تحلیل اثر متقابل بازیگران خودروی بدون راننده با روش آینده نگاری

■ حمید حنیفی[1]
دانش آموخته دکتری مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
■ عادل آذر*
استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
■ منوچهر منطقی[2]
استاد مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۶، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۳/۱۶ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۵
صفحات: ۷۸-۶۳
10.22034/jtd.2022.252859

چکیده

به‌طور بنیادی، جابجایی توسط سه جزء سیستم از قبیل خودرو، راننده و زیرساخت حمل و نقل تضمین می‌شود. با گذشت زمان، خودروها و زیرساخت از طریق بهبود فناورانه، پیشرفت چشمگیری داشته‌اند. اما تنها جزء ثابت این سیستم انسان است که به علت محدویت‌های انسانی در رانندگی هنوز پرخطر است. راه‌حل پیشنهادی دانشمندان برای حل این جزء نیز استفاده از خودروهای خودران یا بدون راننده است. لذا هدف از این تحقیق، تجزیه و تحلیل اثرات متقابل بازیگران بر عوامل موثر خودروی خودران است تا با تمرکز بر آنها بتوان مقدمات مناسب این فناوی فراهم آورد. با توجه به پارادایم مسئله، متدولوژی از نوع کیفی است. روش انجام آن آینده نگاری، جامعه پژوهش، متخصصین صنایع مرتبط بود. همچنین نمونه‌ها به‌صورت خبرگان قضاوتی غیرتصادفی و ابزار جمع‌آوری داده‌ها مصاحبه و مستندات پیشین ادبیات بود. از نرم‌افزار مکتور برای تجزیه و تحلیل استفاده گردید. نتایج تحقیق این بود که بازیگرانی مانند وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و وزارت راه و شهرسازی با توجه به موقعیتشان در نمودار، جزء متغیرهای بازتاب و کلیدی هستنند. این متغیرها دارای اثرگذاری بالا بر روی سیستم و اثرپذیری بالا از سیستم هستند. با توجه به نتایج، ازآنجایی‌که خودروی خودران یک فناوری است که اثرات اجتماعی، فرهنگی و فناورانه بر آینده خواهد داشت، با خوشه‌بندی ایجاد شده می‌توان سیاستگذاری مناسب در اجرایی نمودن این فناوری داشت.

واژگان کلیدی: فناوری خودروی خودران، آینده نگاری فناوری، خودروی بدون راننده، تحلیل اثر متقابل، مکتور.

۱ آدرس پست الکترونیکی: Hamid.hanifi@srbiau.ac.ir
* عهده‌دار مکاتبات
آدرس پست الکترونیکی: AZARA@modares.ac.ir
۲ آدرس پست الکترونیکی: Manteghi@guest.ut.ac.ir

۱- مقدمه

جابجایی یکی از ضـــروریات پایه جامعه مدرن و عامل کلیدی در توسـعه اقتصـادی اسـت. نیازمندی‌های اساسی برای جابجایی مردم و کـالـاهـا عبـارتنـد از ایمنی و زمـان جـابجایی. همچنین تعدادی دیگری از معیارها نیز مهم هستند؛ از قبیل ذخیره انرژی، کاهش آلودگی و راحتی مسافران. با توجه به پیشرفت سخت‌افزار و نرم‌افزار، سـیسـتم‌های اتوماسـیون به‌صورت گسترده‌ای در زیر ساخت و نوع وسایل سیستم‌های حمل و نقل نفوذ کرده است. اما انسـان همچنان عنصـر کلیدی در رانندگی با وسایل نقلیه است. به‌طور بنیادی، حرکت و جابجایی توسـط سـه جزء سـیسـتم از قبیل: خودرو، راننده و زیر ساخت حمل و نقل تضمین می‌شود. با گذشـت زمان، خودروها و زیرسـاخت از طریق توسـعه و بهبود فناورانه، پیشـرفت چشـمگیری داشـته‌اند، اما تنها جزء ثابت این سـیسـتم، انسـان به‌عنوان راننده بوده اسـت[۳]. از سال۲۰۱۴ تا سـال ۲۰۱۵، تعداد کل تصادفات وسایل نقلیه، حدود چهار درصد و تعداد تصـادفات منجر به فوت حدود هفت درصـد افزایش یافته اسـت[۴]. مطالعه‌ای که از سـوی اداره ایمنی ترافیک بزرگراه‌های ملی امریکا[۳] حمایت مالی شده است، ۷۲۳ تصادف را مورد بررسی قرار داده اسـت که خطای رفتاری راننده باعث ۹۹ درصـد از این تصـادفات شده است. موضوع خودروی خودران یا خودروی بدون راننده، راه‌حل این مسـئله یعنی حذف انسان از رانندگی می‌تواند باشـد. خودروهای خودران یک محدوده گسـترده‌ای از مزیت‌ها از جملـه امنیـت، بهره‌وری، اثرات محیطی و افزایش جـابجـایی را بـه‌همراه خود دارنـد[۵]. خودروهـای خودران اجـازه می‌دهنـد تا رانندگان وقت خود را برای کنترل جاده آزاد سـازند. همچنین به رانـنـدگـان اجـازه می‌دهنـد کـه از وقت خود به‌طور موثری برای خوابیدن، خوردن، اســتراحت نمودن و یا انجام فعالیت‌های دیگر اسـتفاده نمایند. در حال حاضـر، وسـایل نقلیه بیش از ۹۰ درصد زمـان خود را در حـالـت پـارک هســتنـد و اســتفاده‌ای از آنها نمی‌شـــود[۶]. فنـاوری خودروهـای خودران باعث کاهش تراکم شهری با کاهش نیاز به زیرساخت پارکینگ می‌شود[۷]. با کاهش ورودی یک اپراتور انسـانی، خودروهای خودران پتانسـیل این را دارند که باعث کاهش حجم ترافیک شـوند که خود باعث بهبود راندمان سوخت، کاهش آلودگی هوا، کاهش تغییرات آب و هوایی می‌شـــود[۸]. از مزایـای احتمـالی آن می‌توان بـه جلوگیری از تصـــادف، افزایش جـابجـایی برای افرادی کـه قـادر به رانندگی نیسـتند، کاهش انتشـار گازهای گلخانه‌ای و افزایش ایمنی برای عابران پیاده و دوچرخه‌سـواران اشـاره نمود[۹ و ۱۰]. طبق اعلام انجمن مهندسـان خودرو[۴]، شـش سـطح اتوماسـیون رانندگی از سـطح صـفر(بدون اتوماسیون) تا سطح پنج(خود رانندگی) وجود دارد. درحالی‌که برخی از مزایای اقتصـادی پیش‌بینی شـده(مانند جاده‌های امن‌تر) با سـطوح متوسـط(سطح ۱ ، ۲ ، ۳ و ۴) تحقق می‌یابد، تحقق ارزش اقتصـادی کامل خودروهای خودران نیاز به اتومـاســیون ســطح ۵ دارد[۱۱]. از فوریـه ۲۰۱۸، خودروهای خودران وایموی گوگـل[۵] در حـدود ۵ میلیون مـایل را پوشـــش داده‌انـد و همـه آنها البته با حضـــور یک راننده کمکی در حالت اضطرار بوده‌اند که به‌طور متوسط هر ۵۶۰۰ مایل موردنیاز بودند. مطـابق نیویورک تایمز[۶] این مقدار برای خودروهای خودران اوبر[۷] نسـبت به گوگل کمتر از ۱۳ مایل بود. البته در زمانی که دغدغه شـــرکـت تســـلـا ایمنی خودروهای خودران اســـت، برنامه‌های شـرکت‌های گوگل و اوبر شـامل خودروهایی است که در فضاهای عمومی و ترافیـک‌هـای انســـان‌ها فعالیت نمایند[۱۲]. از طرفی دیگر، ابزارهای سیاست‌گذاری تقریبا همیشه از کاربرد فناوری‌های جدید عقب مانده‌اند[۱۳]. البته توســعه فناوری، خروجی تعامل مابین عوامل داخلی و نیازهای اجتماعی بیرونی اســت. در جهان امروزی، فناوری یکی از عوامل اصـلی برای تولید ثروت، توانایی و دانایی جوامع اســت و وســیله‌ای برای توســعه ملی محســوب می‌شـــود[۱]. همچنین ایجاد زمینه‌های دانش و فناوری می‌تواند ارزش‌های اقتصـــادی قابل توجهی را ایجاد کند و موجب رشـــد اقتصـــادی و رشـــد فناوری در جامعه شـــود[۳۱]. فناوری ابعاد مختلفی دارد که همه ابعاد آن دارای اهمیت اسـت. به‌طور نمونه، در دنیـای امروزی، زیرســـاخـت‌هـای فنـاوری اطلاعـات[۲] و زیرسـاخت‌های فیزیکی و ابعاد دیگر فناوری برای توسعه آن مهم اســـت. بـه‌خصـــوص در ابتـدای ظهور یک فناوری جدید لازم و ضـروری اسـت که قبل از تجاری شـدن فناوری، عوامل موثر آن شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

حال با توجه به اهمیت مواردی که درباره خودروهای خودران، مزایـا و معـایب آنها در آینده و باقی ماندن جنبه‌های مبهم گفته شده، هدف از این تحقیق این است که ابتدا بازیگران آینده عوامل موثر خودروی خودران بـا روش آینـده نگـاری و بـا اســـتفاده از

۳ NHTSA= National Highway Traffic Safety Administration
۴ Society of Automotive Engineers(SAE)
۵ oo og’’’s Waymo
۶ New York Times
۷ Uber

نرم‌افزار مکتور مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا با رسیدن به پاسخ این تحقیق از الان بتوان سیاست‌های مناسب برای این فناوری اتخاذ و اجرا نمود تا جنبه‌های مجهول مشخص گردد. از طرف دیگر، در آینده، فناوری خودروی خودران با بهترین کیفیت و بیشترین رفاه برای مردم در سطح شهرهای ایران اجرا گردد. در ضمن لازم به ذکر است که ماهیت یک فناوری نوظهور دارای ابعاد مختلفی است؛ لذا نتایج این تحقیق برای فازهای طراحی یک فناوری و نیز برای فازهای توسعه و فناوری نوظهور وارداتی مناسب است. بنابراین برای استفاده از نتایج این تحقیق فرقی ندارد که کشورمان ایران اقدام به طراحی این فناوری نماید یا وارد نمودن آن. چون موضوعات مربوط به استفاده از یک فناوری وارداتی نیز دارای اهمیت بسیار بالایی است. در این تحقیق سعی شده است که عوامل به نوعی از ابعاد مختلف شناسایی شود که در هر کدام از فازهای طراحی، توسعه و یا حتی وارد نمودن فناوری خودروی خودران مناسب باشد و این یکی از نوآوری‌های تحقیق حاضر به‌شمار می‌رود.

۲- مبانی نظری و پیشینه ادبیات پژوهش

۲-۱- خودروی خودران متصل

تعریفی از اتومبیل‌های هوشمند خودران وجود دارد مبنی بر اینکه از سه عنصر تشکیل شده است: استقلال، هوش و اتومبیل. استقلال مربوط به سطح مداخلات انسانی لازم برای بهره‌برداری است که می‌تواند به‌عنوان یک طیف دیده شود؛ از حالتی که نیاز کمتری به مداخله انسان دارد تا حالتی که سطح بالاتری از استقلال را دارد و نیاز به مداخله انسان ندارد. عنصر دوم هوش است که هوش مربوط به روش‌هایی است که یک سیستم می‌تواند محیط اطراف خود را درک کند و قادر است رفتار را با محیطهای متغیر سازگار کند. این شامل توانایی یادگیری، پردازش اطلاعات پیچیده و حل مشکلات است. عنصر سوم، اتومبیل است، که اتومبیل‌ها وسیله نقلیه موتوری است که برای حمل و نقل کالا یا انسان و برای انجام خدمات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. مجموع این سه عنصر می‌شود، اتومبیل هوشمند خودران[۱۴].

۲-۲- سطوح خودروهای خودران

بر طبق نظر اداره ایمنی ترافیک بزرگراه‌های ملی امریکا، شش سطح از خودمختاری خودروهای خودران یعنی از سطح صفر تا سطح پنج وجود دارد[۱۵] که از تعاریف انجمن مهندسان اتومبیل گرفته شده است. سطوح اتوماسیون رانندگی را می‌توان به‌صورت خلاصه به شرح زیر توضیح داد:

- در سطح صفر، راننده انسانی، همه کارها را انجام می‌دهد؛
- در سطح سه، یک سیستم خودکار می‌تواند بعضی از وظایف رانندگی را انجام دهد و هم می‌تواند بعضی از موارد بر محیط رانندگی را نظارت نماید. اما راننده انسان باید برای درخواست سیستم خودکار آماده باشد تا کنترل خود را پس بگیرد؛
- در سطح پنج، سیستم اتوماتیک همه وظایف رانندگی را تحت هر شرایطی اجرا می‌نماید که راننده انسانی می‌تواند آنها را انجام دهد[۱۶].

۲-۳- آینده‌نگاری فناوری

فرآیند تلاش نظام‌مند برای بررسی آینده بلندمدت علم، فناوری، اقتصاد و جامعه با هدف شناسایی حوزه‌های تحقیق راهبردی و فناوری‌های عمومی نوظهور محتمل به‌منظور کسب بالاترین منافع اقتصادی و اجتماعی را آینده‌نگاری فناوری گویند[۱۷]. فرآیندی نظام‌مند و مشارکتی برای گردآوری اطلاعات آینده و چشم‌اندازسازی میان تا بلندمدت با هدف پرداختن به تصمیمات امروز و بسیج اقدامات مشترک است[۱۷]. به اعتقاد مارتین(۱۹۹۶) منطق اصلی انجام آینده‌نگاری این درک گسترده است که احتمالا فناوری‌های عمومی نوظهور دارای تاثیر انقلابی بر صنعت، جامعه و محیط زیست در دهه‌های آینده خواهد داشت. این فناوری‌ها اتکای بالایی به توسعه پیشرفت‌های علمی دارد. اگر بتوان فناوری‌های نوظهور را در مرحله اولیه شناسایی نمود، دولت‌ها و دیگران می‌توانند منابع موجود را صرف حوزه‌های تحقیقات راهبردی موردنیاز برای کسب اطمینان از توسعه سریع و موثر نمایند.

یکی از مواردی که در خودروهای خودران مطرح است، این است که نفر اصلی در خودروی خودران کیست؟ وسیله نقلیه خودران؟ مالک خودروی خودران؟ تولیدکننده خودرو؟ و یا خود سیستم حمل و نقل؟ یا طراحان و دانشمندان و مهندسانی که خودروی خودران را طراحی می‌نمایند؟ سرنشینان که احتمالا هیچ مسئولیتی ندارند؟ یا تلفن همراه؟ انسان ممکن است هیچ حقوقی برای نرم‌افزار کنترل خودروی خودران نداشته باشد. بهر حال تاکنون هیچ چارچوبی برای این موضوعات وجود ندارد. البته تنظیم عملکرد سیستم‌های یادگیری ماشین و هوش مصنوعی، چالش‌های جدیدی را برای تعیین مسئولیت‌های خودروی خودران ایجاد می‌نماید. پارادایم خودروی خودران را به‌عنوان شریک مصرف‌کننده یا جایگزین آن به جای یک محصول مصرفی به چالش می‌کشد و نگرانی‌های اساسی را درباره حریم شخصی کاربر ایجاد می‌کند. اگر چه بعضی از بدبینان خیلی محکم اظهار نموده‌اند که خودروهای خودران باید مانند هواپیماهای بدون سرنشین مورد استفاده قرار گیرند[۱۸]. این آیتم در هر کشوری

بستگی به حقوق آن کشور می‌تواند متفاوت باشد و تحقیقات مرتبط با قوانین آن کشور را می طلبد. لذا استخراج ابعاد و نحوه تعامل مردم ایران با این فناوری نیز ممکن است باعث افزایش درک مردم درخصوص این فناوری گردد. موضوع مهم بعدی ایمنی است که معمولا از موضوعات دارای اهمیت بسیار بالای یک فناوری محسوب می‌شود. درخصوص ریسک‌های فناوری، رن[۸] پنج مورد را مشخص می‌کند: امنیت[۹]، مسئولیت[۱۰]، حفظ حریم خصوصی[۱۱]، امنیت سایبری[۱۲] و نفوذ صنعت[۱۳]. مسئولیت به حداقل رساندن تاثیر خطرات فوق الذکر برعهده دولت‌های مختلف است که فقط آنها توانایی سیاستگذاری و قوانین مناسب را دارند. قانونی که برای تنظیم استفاده از رانندگی خودران تدوین می‌شود، به‌طور عمده بر روی سطح ۴ تا ۵ اتوماسیون خودروهای خودران است که توسط انجمن مهندسان اتومبیل (SAE) پیشنهاد شده است[۱۹]. استخراج این قوانین نیز ممکن است لازم باشد که توسط بازیگران یا وزارتخانه‌های مرتبط با این موضوع صورت گیرد.

یکی دیگر از ابعاد مهم یک فناوری، معمولا هزینه‌های اجراست. در این مورد تحقیقی با عنوان ارزیابی اقتصادی خودروهای خودران الکتریکی که توسط اونگل[۱۴] و دیگران در سال ۲۰۱۹ صورت گرفته است. میزان نفوذ در بازار بستگی به هزینه‌ها دارد. برای مقایسه هزینه‌های چرخه عمر از روش هزینه مالکیت[۱۵] استفاده شده است. نتایج نشان داد که در کشور سنگاپور اگر چه هزینه‌های اکتساب یا مالکیت خودروهای خودران برقی بالاتر از خودروهای معمولی است اما می‌تواند مقدار هزینه کل مالکیت به ازای هر مسافر در هر کیلومتر تا ۷۵ درصد و ۶۰ درصد به‌ترتیب در مقایسه با خودروهای معمولی و اتوبوس‌ها را کاهش دهد[۲۰]. برای هزینه‌یابی در کشور ایران با توجه به شرایط خاص آن می‌توان از روش‌های مناسب هزینه‌یابی استفاده و احتمالا نتایج مختلفی کسب نمود.

موضوع دیگری که در این فناوری در دنیا مطرح است، ویژگی‌های فنی و امکان درک محیط توسط این فناوری است. تحقیقی با عنوان خودروهای خودران متصل الکتریکی توسط ابوالخیر[۱۶] و دیگران در سال ۲۰۱۸ انجام شده که در آن بیان شده است که علاوه بر رانندگی خودران، یک خودروی خودران باید با استفاده از قابلیت‌های سنجش، محاسبات و ارتباطات از محیط اطراف خود آگاهی داشته باشد. همچنین برای دستیابی به کاهش مطلوب در انتشار گازهای گلخانه‌ای نیاز به الکتریکی شدن دارد. به‌عبارت دیگر، نیاز دارد که متصل و نیز خودران الکتریکی باشد. در حقیقت، افزایش خودروهای خودران الکتریکی نه تنها از مزایای اقتصادی خودران، بلکه با نیازهای فناورانه و زیست محیطی وسیله نقلیه الکتریکی و همچنین قابلیت‌های وسیله نقلیه متصل ایجاد می‌شود[۲۱]. کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نیست و می‌تواند نیازهای فناورانه و زیست محیطی متفاوتی داشته باشد تا بتواند پیامدهای مثبتی برای کشور بعد از اجرایی شدن داشته باشد. فناوری خودروی خودران باید در سطح پنجم اتوماسیون باشد تا بتواند مسیرها را خودش شناسایی نماید؛ پس نیاز به وجود زیرساخت نقشه‌های تخصصی در سطح کشور است.

در این خصوص در ادبیات موجود برای کشورهای دیگر، تحقیقی با عنوان بومی‌سازی با دقت بالا برای خودروهای خودران از طریق سنسورهای چندگانه، ترکیب داده‌ها و فناوری‌های بیسیم جدید توسط چاکرابورتی[۱۷] و دیگران انجام شده است. در این تحقیق بیان شده است که سیستم‌های ناوبری خودروهای مدرن دارای سه وظیفه اصلی هستند: ۱) موقعیت یابی[۱۸]، ۲) مسیریابی[۱۹] و ۳) راهبری و برنامه‌ریزی مسیر[۲۰]. در این تحقیق نویسندگان تلاش نمودند که توسعه یک سیستم جدید با استفاده از فناوری‌های بیسیم جدید با دقت بالا و قابل اعتماد را ارائه نمایند که نتیجه تغییر پارادایم به سیستم‌های حمل و نقل باهوش‌تر است[۲۲].

در ادامه مرور ادبیات، تحقیقات مختلفی درخصوص ابعاد و عوامل موثر بر فناوری خودروهای خودران بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که با توجه به محدودیت متن، در زیر به تعدادی دیگر فقط اشاره می‌گردد. درنهایت در ابتدای تحقیق حاضر در انجام مصاحبه‌ها از نتایج این تحقیقات استفاده می‌شود

۸ Renn
۹ Security
۱۰ Liability
۱۱ Privacy
۱۲ Cybersecurity
۱۳ Industry Influence
۱۴ Ongel
۱۵ Total Cost Ownership(TCO)
۱۶ Abu Alkheir
۱۷ Chakraborty
۱۸ Positioning
۱۹ Routing
۲۰ Navigation

و برای ورود به مبحث با مصاحبه‌شوندگان مطابق قوانین مصاحبه و پروتکل مصاحبه از متغیرهای استخراجی در ادبیات در مصاحبه‌ها استفاده می‌گردد. از جمله تحقیقات دیگر در ادبیات، بررسی تحقیقی با عنوان موارد اخلاقی قابل تنظیم خودروهای خودران و قوانین توسط کونتیسا[۲۱] و دیگران در سال ۲۰۱۷ بوده است. بر این اساس، خودروهای خودران متصل به اجرای گزینه‌های اخلاقی کاربران واگذار خواهد شد؛ درحالی‌که تولیدکنندگان و برنامه‌نویسان وظیفه دارند انتخاب کاربر را فعال کنند و از طرف خودروهای خودران متصل اطمینان یابند[۲۳]. مطلب بعدی که در ادبیات به آن اشاره شده است، موضوع درخواست تصاحب[۲۲] خودروی نیمه‌خودران در مواقع اضطرار توسط انسان است و مربوط به تعامل انسان[۲۳] با خودروی خودران است. محققان در این خصوص در حال حاضر در تلاشند تا دقیقا مشخص شود، قبل از محدودیت در اتوماسیون یا برخی شرایط غیرمنتظره‌ای که وسیله نقلیه قادر به تحمل آن نیست، باید درخواست تصاحب توسط انسان صادر گردد[۲۴].

موضوع بعدی که در ادبیات تحقیق روی آن تمرکز شده است، بحث شناسایی و دفاع در مقابل حمله‌های سایبری است. در این مورد در تحقیق دارکوب[۲۴] در سال ۲۰۱۶ به این صورت استدلال شده است که برای داشتن یک راه‌حل امنیتی قوی و کارآمد، باید تهدیدهای مربوط به خودرو را درک کرد. نتایج تحقیق مذکور این بود که موارد زیر برخی از تهدیدها برای خودروی خودران است:

۱) به‌روزرسانی نرم‌افزار؛
۲) انسداد آنتن[۲۵]؛
۳) کلاهبرداری شبکه بی‌سیم[۲۶]؛
۴) دستکاری کردن تنظیمات حساب بی‌سیم[۲۷]؛
۵) حمله به شبکه گسترده بی‌سیم [۲۸]؛
۶) کلاهبرداری از ماژول کنترل داخلی با پیامک[۲۹]؛
۷) ربودن داده ارتباطات با سرور[۳۰]؛
۸) پیامک؛
۹) تزریق کد مخرب[۳۱]؛
۱۰) دسترسی غیرمجاز به کلیدهای رمزنگاری[۳۲][۲۵].

در همین راستا تحقیق دیگری با عنوان "امنیت خودروی خودران: یک چالش میان رشته‌ای" توسط کوپمن[۳۳] و واگنر[۳۴] در سال ۲۰۱۷ انجام شده است. در این تحقیق مطرح شده است که جهت اطمینان از ایمنی خودروهای خودران مستلزم یک رویکرد چند رشته‌ای در تمام سطوح سلسله مراتب عملکردی است. از اغماض خطای سخت‌افزاری تا یادگیری انعطاف‌پذیر ماشین، همکاری با انسان‌هایی که با وسایل نقلیه معمولی رانندگی می‌کنند تا سیستم‌های تایید اعتبار برای کار در محیطهای بسیار ساختاری جهت رویکردهای نظارتی مناسب رویکرد مناسب باید داشت. لذا باید راهبرد صدور گواهینامه ایمنی برای خودروهای خودران وجود داشته باشد. این راهبرد باید نگرانی‌های بین رشته‌ای از قبیل مهندسی ایمنی، قابلیت اطمینان سخت افزاری، اعتبارسنجی نرم‌افزار، رباتیک، امنیت، آزمایش، تعامل انسان و کامپیوتر، پذیرش اجتماعی و یک چارچوب قانونی مناسب را برطرف کند[۲۶].

از موضوعات مهم دیگری که در پیشینه ادبیات موضوع تحقیق بر روی آن تمرکز شده است، بحث تصمیم‌گیری در تقاطع‌ها توسط خودروی خودران است. تحقیقی با عنوان چارچوب تصمیم‌گیری برای خودروهای خودران در چهارراه‌ها: محافظت در برابر تصادف، رفتار بیش از حد محافظه کارانه و تخطی خودروها توسط نوح[۳۵] در سال ۲۰۱۸ انجام شده است. در این تحقیق، یک چارچوب تصمیم‌گیری برای رانندگی خودران در تقاطع‌های جاده پیشنهاد شده است که مانورهای مناسبی را برای یک خودروی خودران برای حرکت ایمن و کارآمد در یک تقاطع، حتی درصورت نقض وسایل نقلیه تعیین می‌کند[۲۷]. این آیتم به‌خصوص در کشور ایران و در مواقعی که خودروی خودران با خودروهای قدیمی در جاده‌ها مورد استفاده قرار خواهد گرفت، دارای اهمیت بسیار بالایی است و باید زیرساخت فرهنگی، قانونی و فناورانه آن فراهم گردد.

۲۱ Contissa
۲۲ Take-Over Request(TOR)
۲۳ Human Interaction(HR)
۲۴ Dakroub
۲۵ Antenna Jamming
۲۶ Wireless Network Spoof
۲۷ Manipulate Wireless Account Setting
۲۸ Wireless Wide Area Network(WWAN)
۲۹ Spoofing TSP with SMS
۳۰ Hijack Data Communication with Server
۳۱ Malicious Code Injection
۳۲ Unauthorized Access to Cryptographic Keys
۳۳ Koopman
۳۴ Wagner
۳۵ Noh

یکی دیگر از مسائل در موضوع خودروی خودران این است که این خودروها باید با عابرین تعامل داشته باشند. در این مورد تحقیقی با عنوان "سازگاری و چالش‌های خودروهای خودران برای عابران پیاده در شهرهای چین" توسط وانگ[۳۶] و دیگران در سال ۲۰۲۰ انجام شده است. در این تحقیق عنوان شده که کشور چین، بزرگترین بازار خودرو در جهان است و برای توسعه خودروهای خودران دارای انگیزه بالایی است. ایمنی عابران پیاده در موضوع خودروی خودران یک مسئله مهم در چین است. این تحقیق ابتدا رفتارهای عادی عابران پیاده چینی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و خواسته‌های ایمنی عابران پیاده برای خودروهای خودران را از طریق تحقیقات و داده‌های پایگاه داده باز که به‌عنوان معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند را خلاصه نموده است. سپس فناوری‌های مربوط به خودروی بدون راننده با دقت بررسی شده است. در نهایت، سازگاری با ترکیب تجزیه و تحلیل‌های فوق ارائه می‌شود. نتایج نشان داد که خودروهای خودران در محیط عابرپیاده مسدود هستند و عابران چینی خودروهای خودران را به خوبی نمی پذیرند و اکتشافات بیشتری باید در مورد تعامل استاندارد انسان و ماشین، اجتناب از بار اضافی اطلاعات، تشخیص عابر پیاده مسدود شده و تحقیقات پذیرش مبتنی بر مردم انجام شود[۲۸]. در این مورد به‌نظر می‌رسد در کشور ایران نیز باید روش‌های پذیرش فناوری را اجرا نمود تا در مرحله اجرایی شدن مشکلات فرهنگی و اجتماعی برای عدم پذیرش فناوری توسط مردم وجود نداشته باشد.

تحقیقی با عنوان "حاکمیت نظارتی در فناوری‌های نوظهور: مطالعه موردی خودروهای خودران در سوئد و نروژ" توسط هانسون در سال ۲۰۲۰ انجام شده است. این مطالعه از روش‌های سنتی تحقیق حقوقی استفاده کرده است. تفسیر کاربرد مقررات، کارهای مقدماتی، حقوق قضایی و ادبیات حقوقی مورد بررسی قرار گرفته است. روش تحقیق به این‌صورت بوده که ابتدا منابع مربوط به مقررات در نروژ و سوئد مشخص شده و سپس منابع با توجه به سلسله مراتب قانون تجزیه و تحلیل شده‌اند. بنابراین مطالب تجربی از منابع عمومی متعددی تهیه شده است که متشکل از مقررات ملی، بین‌المللی و گزارش‌های زیربنایی این مقررات است. بدین منظور، اسناد عمومی، وب سایت‌ها و مقالات روزنامه جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت سیاست‌های مناسب این کشورها برای اجرای بهتر این فناوری پیشنهاد شده است[۲۹].

در نهایت با توجه به نتایج تحقیقات مذکور که بخشی از آنها در مرور ادبیات مطرح شد، لیستی از عوامل اولیه موثر بر فناوری خودروی خودران تهیه گردید و مبنایی برای شروع مصاحبه با خبرگان تحقیق حاضر برای تایید، حذف و یا اضافه نمودن درنظر گرفته شد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

۳-۱- سوال پژوهش

تحلیل اثر متقابل بازیگران خودروی خودران به چه صورت است؟

۳-۲- نوع پژوهش

با توجه به موضوع پژوهش حاضر به لحاظ هستی شناسی[۳۷] در بخش تفسیریون قرار دارد، یعنی موضوعاتی که متغیرهای تحقیق به لحاظ شرایط اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و فناورانه می‌تواند تغییر کند. از طرف دیگر، از لحاظ معرفت‌شناسی[۳۸] نیز موضوع تحقیق در ناحیه نسبی‌گرایی است و کاملا جهانشمول نیست و باید با توجه به شرایط هر جامعه روی این نوع موضوعات تحقیق علمی شود. لذا با توجه به تعیین پارادایم تحقیق با استفاده از دو موضوع معرفت‌شناسی و هستی‌شناسی مذکور می‌توان گفت متدولوژی پژوهش حاضر از نوع کیفی است. راهبرد تحقیق نیز از نوع آینده‌نگاری است. جامعه آماری پژوهش، متخصصین در حوزه‌هایی از قبیل صنعت خودرو، فناوری اطلاعات و ارتباطات، فرهنگی و اجتماعی، پزشکی و بهداشت، پلیس و امنیت، سیاست، اقتصادی و موارد مرتبط دیگر بود. روش نمونه‌گیری از نوع غیرتصادفی و نمونه آماری برای مصاحبه، انتخاب بین خبرگان متخصص در حوزه‌های اعلام شده بود. حجم نمونه با توجه به ماهیت مسئله و نوع تحقیق، انجام مصاحبه تا مرحله اشباع نظری شاخص‌ها و مقوله‌ها بدست آمد. ابزار پژوهش، جمع‌آوری اطلاعات از طریق مصاحبه با خبرگان و همچنین کمک گرفتن اولیه از پیشینه ادبیات بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها به اینصورت انجام شد که ابتدا تحلیل مصاحبه‌ها و اسناد مکتوب و سپس تجزیه و تحلیل با نرم‌افزار مکتور [۳۹] صورت گرفت.

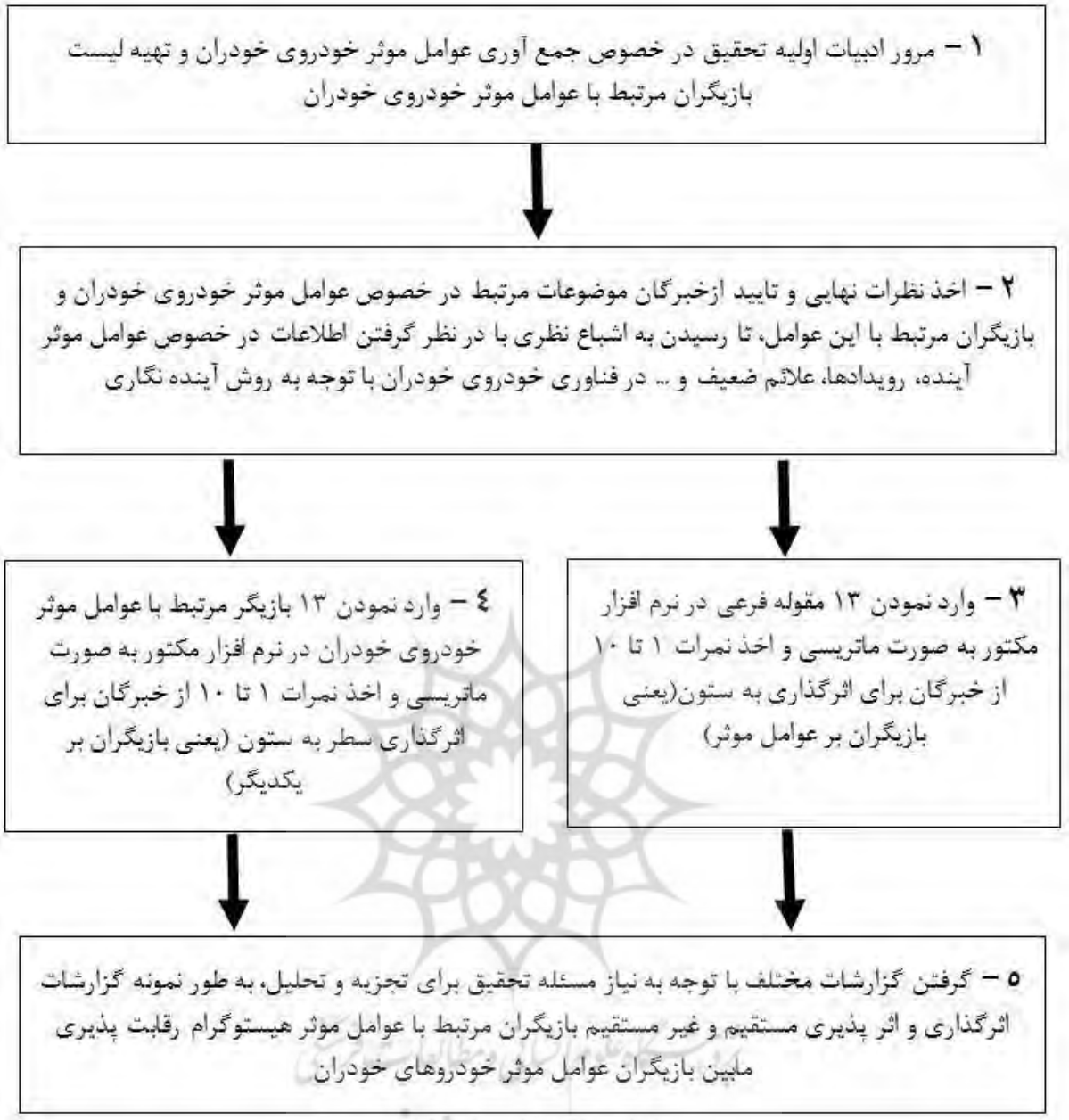
توضیح اینکه، در رویکرد تحلیل تاثیر متقابل از خبرگان

۳۶ Wang
۳۷ Ontology
۳۸ Epistemology
۳۹ MACTOR= Methode ACTeurs, Objectifs, Rapports de force

خواسته می‌شود که احتمال وقوع رویدادهای مختلف را برآورد کنند. روش تاثیر متقابل، موجب خلق ماتریس احتمالات مشروط می‌شود. سپس می‌توان با استفاده از این ماتریس به تحلیل ریاضی(از طریق برنامه‌های نرم‌افزاری خاص به‌طور نمونه نرم‌افزار مکتور) تعیین احتمالات وقوع هر سناریوی ممکن ناشی از ترکیب رویدادها پرداخت[۳۰]. نرم‌افزار مکتور نیز توسط یک موسسه نوآوری کامپیوتری فرانسوی تحت نظارت آزمایشگاه تحقیقات راهبردی و سازمانی آینده‌نگر لیسپور[۴۰] توسعه یافته است. یک نرم‌افزار برای تحلیل اثرات متقابل عوامل مرتبط با آینده با بازیگران آن عوامل است و هدف آن خوشه‌بندی یا طبقه‌بندی عوامل و بازیگران آن عوامل است که در روش آینده‌نگاری معمولا استفاده می‌شود و درک کلی از سیستم مربوطه را ارائه می‌دهد[برگرفته از بخش توضیحات نرم افزار]. نحوه کارکرد نرم‌افزار مکتور به این صورت است که ورودی این نرم‌افزار مجموعه‌ای از عوامل و بازیگران مرتبط با این عوامل است که مشخص است که روی یکدیگر به‌صورت متقاطع اثرگذار هستند و قبلا از روش‌هایی مانند مصاحبه با خبرگان یا مرور ادبیات و یا روش‌های دیگر بدست آمده است. همین عوامل و بازیگران به‌صورت جداگانه در دو ماتریس وارد این نرم‌افزار می‌شود و با استفاده از نظرات خبرگان، دو ماتریس مرتبط با عوامل موثر و بازیگران تکمیل می‌گردد. کار اصلی این نرم‌افزار این است که علاوه‌بر محاسبه اثرات مستقیم، اثرات غیرمستقیم که از توان انسان برای محاسبه و تجزیه و تحلیل خارج است را انجام می‌دهد. گزارشات مختلفی درخصوص این اثرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل و بازیگران را ارائه می‌دهد که تجزیه و تحلیل آنها می‌تواند برای تعیین سیاستگذاری و یا تعیین راهبرد برای رسیدن به این عوامل با کیفیت بهتر را به همراه داشته باشد. در ضمن جهت سهولت مطالعه و اهمیت این بخش، روش انجام تحقیق در شکل شماره ۱ ارائه می‌گردد.

۴۰ LIPSOR

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

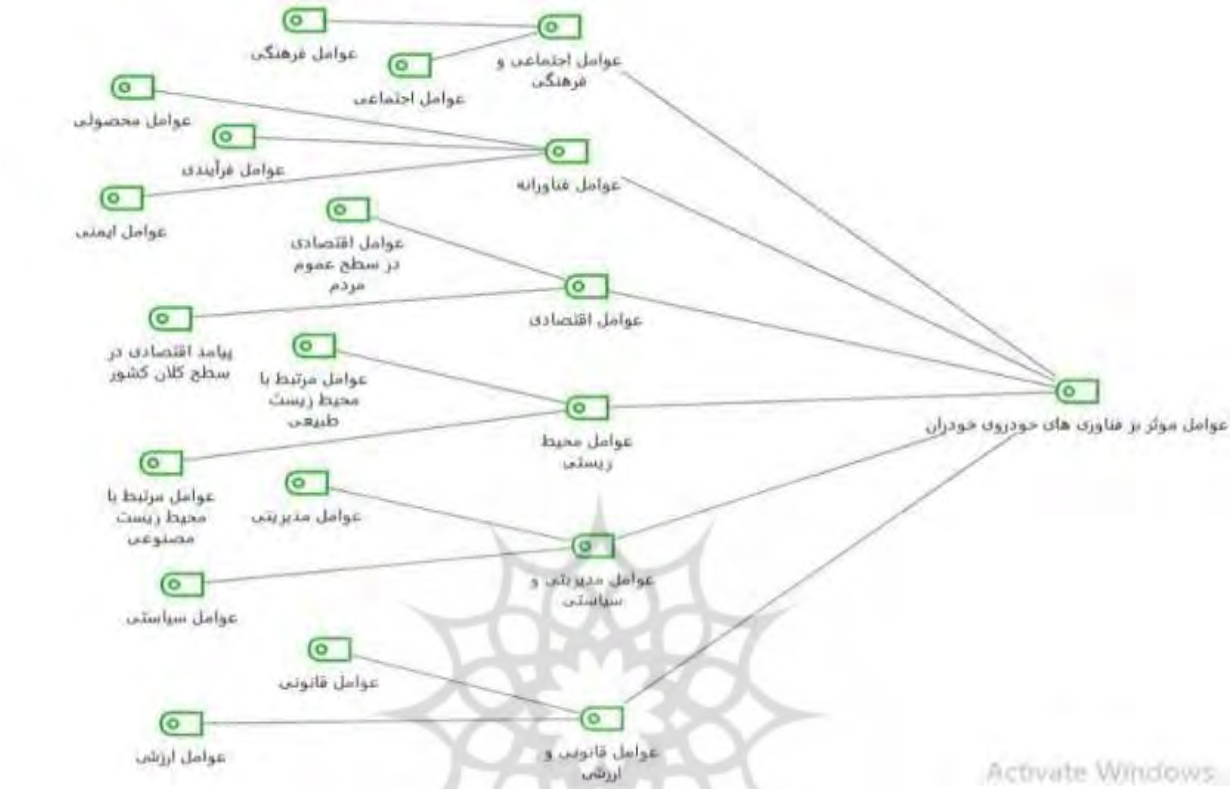


شکل ۱: روش انجام تحقیق حاضر

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- عوامـل موثر بر فناوری خودروی خودران و بازیگران مرتبط با آنها

در شـــکل شـــماره ۲ عوامل موثر بر خودروی خودران و در جـدول شـــماره ۱ نیز بـازیگران مرتبط با این عوامل موثر که با اسـتفاده از مصـاحبه با خبرگان و همچنین مرور ادبیات استخراج گردیده ارائه شده است:



شکل ۲: عوامل موثر بر خودروی خودران

نمودار شـکل شـماره ۲ نشـان می‌دهد که برای اینکه فناوری خودروی خودران در آینده، در شـرایط خوب و با کیفیت مناسبی در سـطح کشور اجرا شود، به شش عامل در سطح مقوله اصلی یا سـیزده عامل در سـطح مقولات فرعی بسـتگی دارد. شـش مقوله اصلی و سیزده مقوله فرعی آنها به این شرح است:

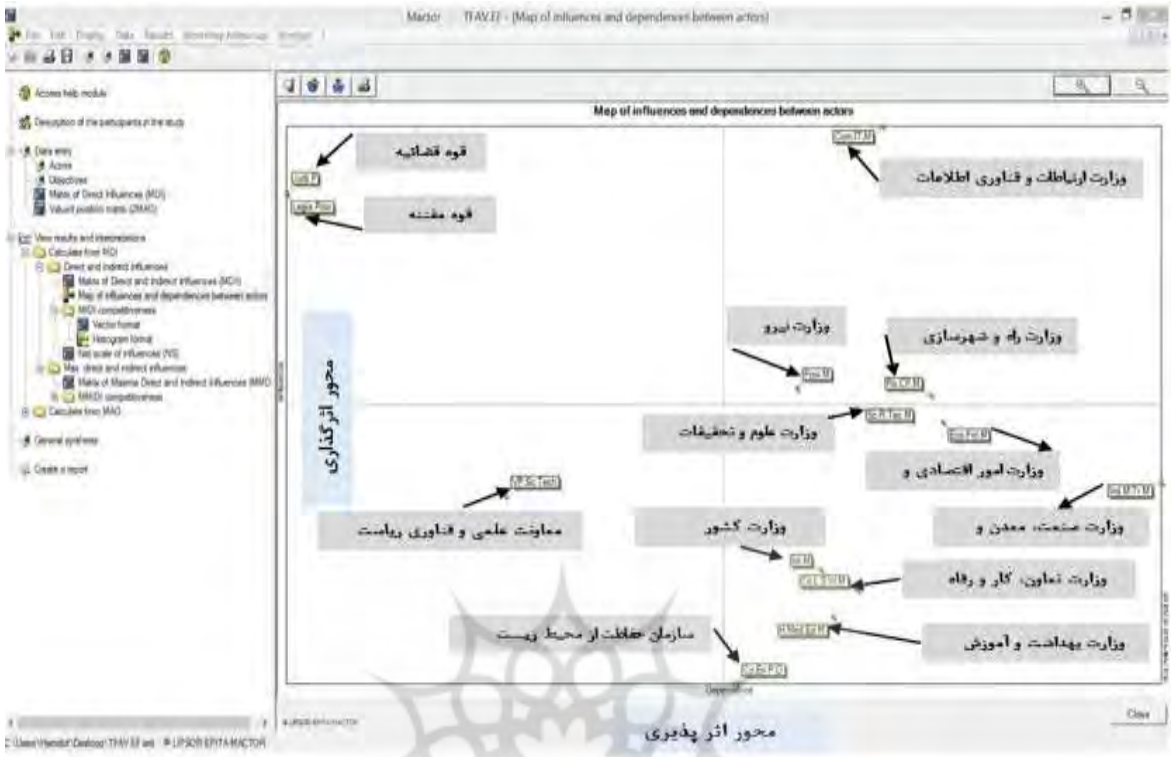
۱) عوامل اجتماعی و فرهنگی: عوامل فرهنگی/ عوامل اجتماعی، ۲) عوامـل فنـاورانه: عوامل محصـــولی/ عوامل فرآیندی/ عوامل ایمنی، ۳) عوامل اقتصادی: عوامل اقتصادی در سطح عموم مردم/ عوامل اقتصـادی در سـطح کلان کشور، ۴) عوامل محیط زیستی: عوامل مرتبط با محیط زیسـت طبیعی/ عوامل مرتبط با محیط زیست مصنوعی، ۵) عوامل مدیریتی و سیاستی: عوامل مدیریتی/ عوامل سیاستی و ۶) عوامل قانونی و ارزشی: عوامل قانونی/ عوامل ارزشی.

جدول ۱: بازیگران مرتبط با عوامل موثر بر خودروی خودران

ردیف	نام بازیگران	ردیف	نام بازیگران
۱	وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات	۸	وزارت امور اقتصادی و مالی
۲	وزارت راه و شهرسازی	۹	وزارت بهداشت و آموزش پزشکی
۳	وزارت نیرو	۱۰	سازمان حفاظت از محیط زیست
۴	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	۱۱	وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
۵	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	۱۲	قوه مقننه
۶	وزارت صنعت، معدن و تجارت	۱۳	قوه قضائیه
۷	وزارت کشور		

۴-۲- اثرگذاری و اثرپذیری بازیگران خودروهای خودران:

در شکل شماره ۳ اثرگذاری و اثرپذیری مابین بازیگران عوامل موثر بر خودروهای خودران نشان شده است:

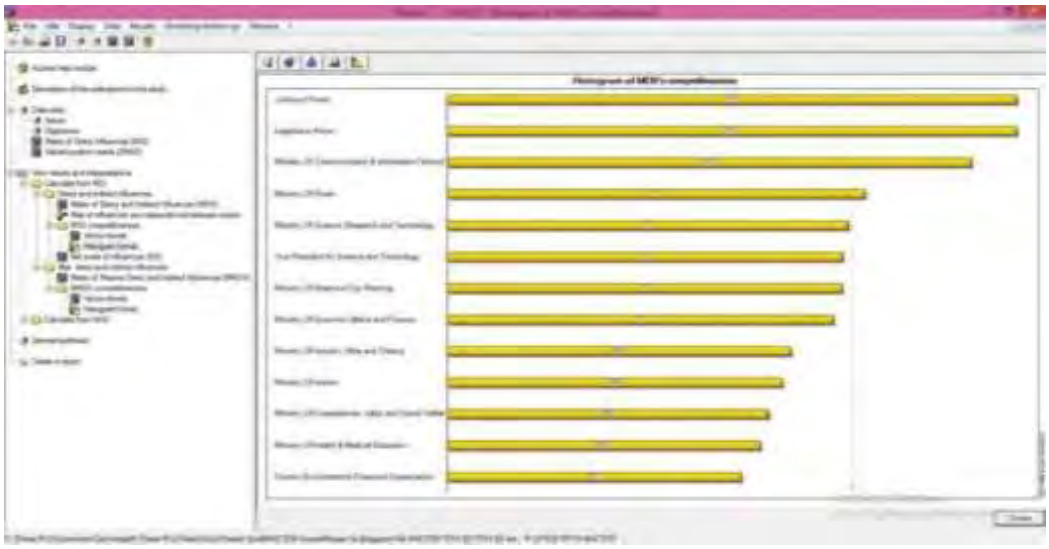


شکل ۳: اثرگذاری و اثرپذیری مابین بازیگران عوامل موثر خودروهای خودران(خروجی نرم‌افزار مکتور)

شکل شماره ۳ حاکی از آن است که بازیگرانی از قبیل قوه قضائیه و قوه مقننه در ناحیه متغیرهای روشنگر قرار گرفته است. مفهوم آن این است که این عوامل دارای اثرگذاری خیلی بالا و اثرپذیری کم از دیگر بازیگران و سیستم است. در گروه بعدی مطابق شکل شماره ۳، بازیگرانی از قبیل وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزارت راه و شهرسازی و وزارت نیرو قرار دارد که با توجه به موقعیتشان در نمودار، جزء متغیرهای بازتاب هستند. لذا این عوامل دارای اثرگذاری بالا بر روی عوامل دیگر و اثرپذیری بالا از عوامل دیگر و سیستم هستند. گروه دیگری که در این شکل به وضوح مشخص است، گروه متغیرهای مستقل است که در این نمودار با توجه به موقعیت خود، بازیگرانی همچون معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری هستند. این گروه همانطور که در شکل مشخص است دارای اثرگذاری پایین تا متوسط و اثرپذیری پایین تا متوسط است. به‌عبارت دیگر، از سیستم کمتر و یا متوسط اثر می‌پذیرد و هم اثرگذاری کمتر تا متوسط روی سیستم و عوامل دیگر دارد. گروه دیگری در این نمودار مشهود است که در محدوده متغیرهای هدف قرار دارد. خاصیت این گروه این است که دارای اثرپذیری بالا و اثرگذاری پایین است. بازیگرانی همچون وزارت بهداشت و آموزش پزشکی، وزارت صنعت، معدن و تجارت، وزارت کشور، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت امور اقتصادی و مالی در تحقیق حاضر در این گروه قرار گرفته‌اند.

۴-۳- هیستوگرام رقابت‌پذیری مابین بازیگران عوامل موثر خودروهای خودران

در شکل شماره ۳، هیستوگرام رقابت‌پذیری مابین بازیگران عوامل موثر خودروهای خودران ارائه شده است:

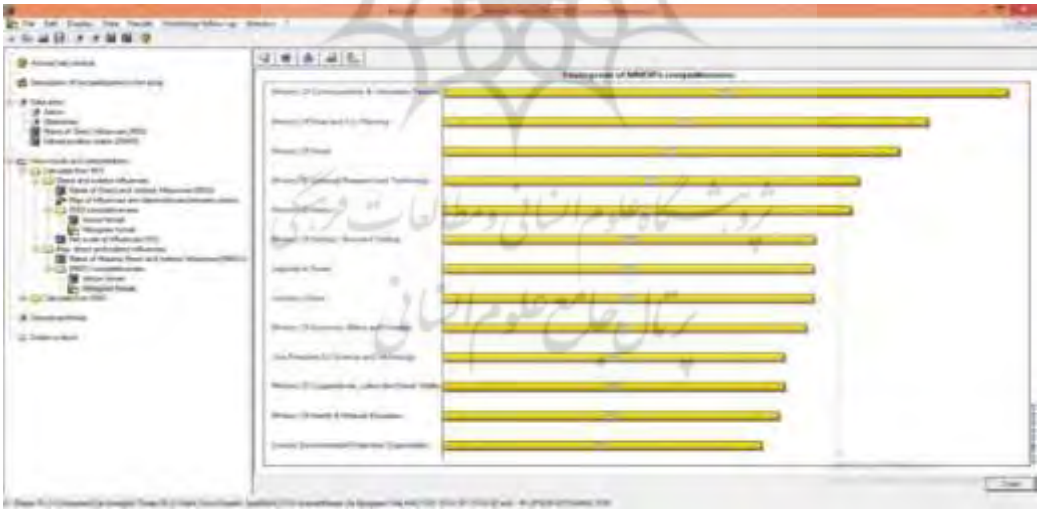


شکل ۴: هیستوگرام رقابت پذیری مابین بازیگران عوامل موثر خودروهای خودران

شکل شماره ۴ حاکی از آن است که قوه مقننه، قوه قضائیه و وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات دارای بالاترین رتبه در ماتریس رقابت‌پذیری بین بازیگران عوامل موثر خودروهای خودران است. در رتبه‌های بعدی، وزارت نیرو، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و وزارت راه و شهرسازی قرار دارد. در انتهای این ماتریس، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان حفاظت از محیط زیست جای گرفته است.

۴-۴- نمودار هیستوگرام بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری بازیگران عوامل موثر بر خودروهای خودران

در شکل شماره ۵، هیستوگرام بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری بازیگران عوامل موثر بر خودروهای خودران ارائه شده است:

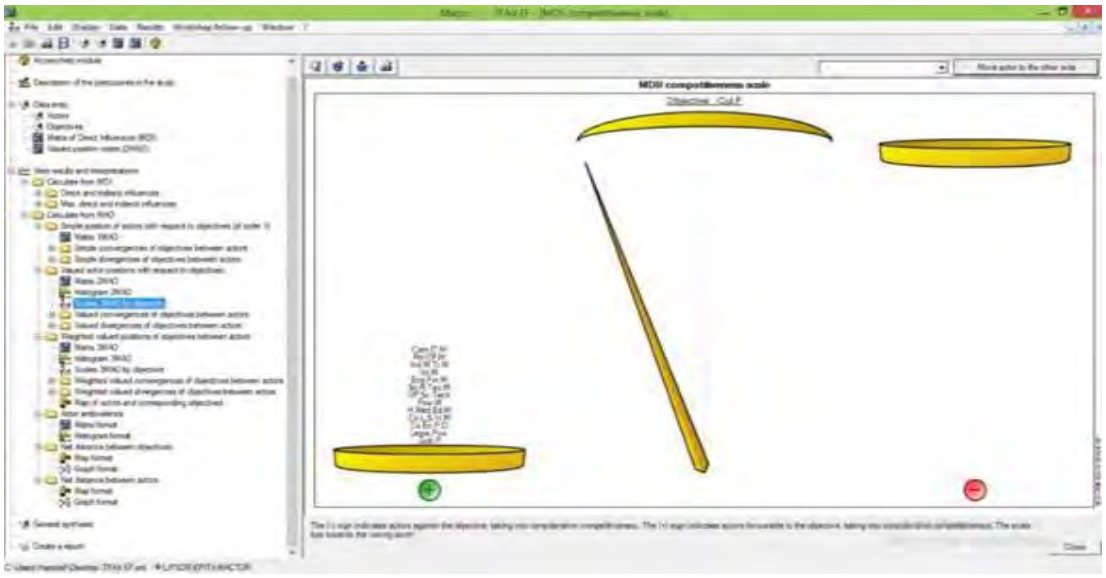


شکل ۵: هیستوگرام بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری بازیگران عوامل موثر بر خودروهای خودران

مطابق شکل شماره ۵، بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری بازیگران عوامل موثر بر خودروهای خودران را وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزارت راه و شهرسازی و وزارت نیرو دارند. از طرفی دیگر، سازمان حفاظت از محیط زیست، وزارت کشور و وزارت تعاون در سه رتبه پایینی قرار دارد. وزارت صنعت، معدن و تجارت و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در رتبه‌های متوسط قرار دارند.

۴-۵- نمودار مقیاس رقابت پذیری یا اثر اهرمی بازیگران برعوامل موثر خودروهای خودران

در شکل شماره ۶، نمودار مقیاس رقابت‌پذیری یا اثر اهرمی بازیگران برعوامل موثر خودروهای خودران ارائه شده است:

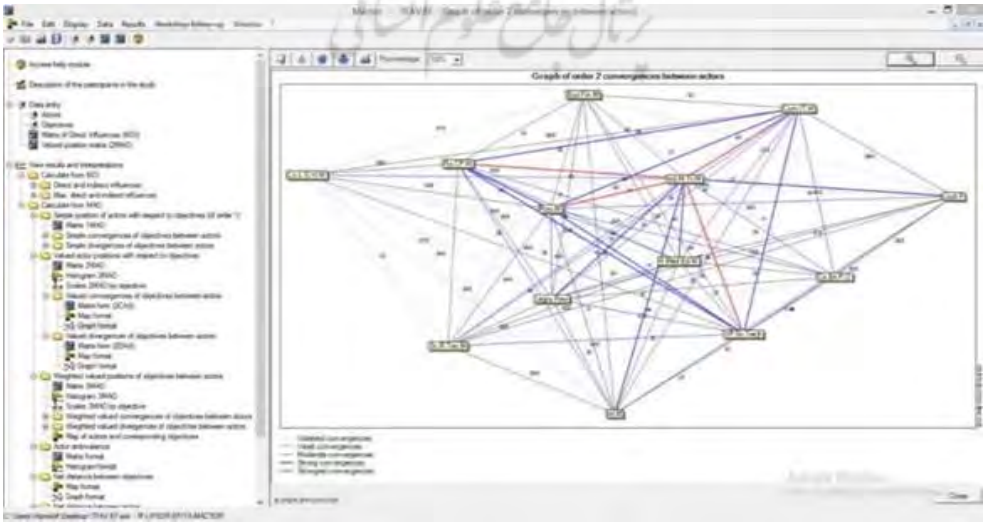


شکل ۶: مقیاس رقابت پذیری یا اثر اهرمی بازیگران برعوامل موثر خودروهای خودران

۴-۶- همگرایی دو دویی بازیگران عوامل موثر خودروهای خوران

در شکل شماره ۷ همگرایی دو دویی بازیگران عوامل موثر خودروهای خودران به‌صورت گراف ارائه شده است.

شکل شماره ۷ نشان‌دهنده همگرایی دو به دوی بازیگران بر روی اهداف است. خطوط قرمز ضخیم نشان‌دهنده همگرایی بسیار قوی بین دو بازیگر بر روی اهداف است که در این تحقیق رابطه بین وزارت نیرو با وزارت صنعت، معدن و تجارت، رابطه بین معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با وزارت صنعت، معدن و تجارت و رابطه بین وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات با وزارت صنعت، معدن و تجارت، رابطه بین وزارت راه و شهرسازی با وزارت صنعت، معدن و تجارت دارای همگرایی بسیار قوی است. زیرا دارای خط قرمز ضخیم در نمودار است. درضمن، شدت روابطی که با رنگ آبی ضخیم مشخص شده، یعنی رابطه بین دو بازیگر دارای شدت قوی است که در این تحقیق مطابق شکل شماره ۷، به‌طور مثال رابطه بین وزارت نیرو با وزارت راه و شهرسازی رابطه‌ای با شدت قوی است. خط آبی با ضخامت کم نشان‌دهنده رابطه با شدت متوسط است که در این تحقیق به‌طور نمونه رابطه بین وزارت تعاون، کار و امور اجتماعی با وزارت صنعت، معدن و تجارت است. رنگ طوسی نشان‌دهنده رابطه با شدت ضعیف است که در این تحقیق رابطه بین وزارت نیرو با وزارت تعاون، کار و امور اجتماعی دارای رابطه ضعیف است. درنهایت نیز خط چین نشان‌دهنده رابطه بسیار ضعیف است که در این تحقیق به‌طور نمونه رابطه بین وزارت امور اقتصادی و امور مالی با وزارت علوم، تحقیقات و فناوری دارای رابطه بسیار ضعیف است.



شکل ۷: همگرایی دودویی بازیگران عوامل موثر خودروهای خودران

۴-۷- روایی و پایایی پژوهش حاضر در بخش ابزار مصاحبه

برای پایایی مطابق قوانین بررسی پایایی در پژوهش کیفی موارد زیر انجام شد:

الف) با توجه به اینکه در طول زمان انجام مصاحبه‌ها، یادداشت‌برداری دقیق توسط محقق انجام گردید و سپس با متن‌های تبدیل شده از صدای مصاحبه‌شونده مقایسه صورت گرفت؛ لذا دقت اطلاعات با این موضوع بالاتر رفت؛

ب) برای داشتن دقت بیشتر در هنگام مصاحبه با اجازه مصاحبه‌شونده، صدای ایشان ضبط گردید و بعدا این صداها به متن تبدیل گردید که دقت بالاتر رود.

در ضمن برای روایی ابزار مصاحبه مطابق قوانین بررسی روایی در پژوهش کیفی، نیز این فعالیت انجام شد. مطابق نظر لینکلن، برای اطمینان از روایی مناسب، توسط یک دوست پژوهشگر و مسلط در این حوزه نیز مورد کنترل بیرونی قرار گرفت و مطالب لازم را به محقق گوشزد و در نتایج اعمال گردید.

۵- بحث و نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

هدف از این تحقیق، خوشه‌بندی یا طبقه‌بندی بازیگران عوامل موثر بر خودروی خودران بود. از این جهت دارای اهمیت بود که با خوشه‌بندی بازیگران، عوامل موثر خودروی خودران مشخص شد. همچنین تعیین گردید بازیگران مختلف عوامل موثر فناوری‌های خودروی خودران چه وظایفی برعهده خواهند داشت. دانستن همه این موضوعات قبل از آمدن فناوری خودروی خودران برای سیستم و برنامه‌ریزی اجرا مفید خواهد بود. پاسخ سوال تحقیق این بود که خوشه‌بندی بازیگران عوامل موثر فناوری‌های خودروی خودران و مقدار اثرگذاری و اثرپذیری متقابل بازیگران خودروی خودران روی همدیگر مشخص گردید. همچنین مشخص شد که کدام بازیگر، سیستم و عوامل دیگر را دچار تحول می‌کند و خودش از سیستم اثر نمی‌گیرد و کدام بازیگر می‌تواند سیستم و عوامل دیگر را دچار تحول و پیشرفت نماید و خودش نیز مجددا در این چرخه پیشرفت دچار تحول شود. همچنین کدام بازیگر از سیستم و عوامل دیگر کمتر اثر می‌گیرد و کدام بازیگر به‌عنوان برونداد سیستم و یا پایش سیستم است. از طرفی دیگر، رقابت‌پذیری بازیگران، همگرایی‌های ارزشمند اهداف بین بازیگران درخصوص این عوامل موثر مشخص گردید و پیامدهای بازیگران بر عوامل موثر ارائه گردید.

بنابراین با توجه به نتایج اخذ شده در این تحقیق و مشخص شدن نمودارهای مختلف بین بازیگران و اهداف خودروی خودران می‌توان با توجه به این روابط از هم‌اکنون راهبردهای مختلف را برای هر بازیگر برای رسیدن به همین اهداف مشخص شده درنظرگرفت که تعدادی از این راهبردها و سیاست‌ها به شرح زیر است:

بحث از مناظر مختلف درخصوص نتایج تحقیق حاضر

۱) با توجه به نمودار اثرگذاری و اثرپذیری مابین بازیگران عوامل موثر خودروی خودران، به‌طور مثال مشخص گردید قرارگیری قوه مقننه و قوه قضائیه در ناحیه متغیرهای روشنگر نمودار به این مفهوم است که این قوه‌ها اثرگذاری بالا و اثرپذیری کمی در این سیستم دارند. لذا پیشنهاد می‌شود برای استفاده از این قدرت اثرگذاری بر روی سیستم، از الان درخصوص فناوری خودروی خودران با همکاری وزارتخانه‌های مرتبط از قبیل همه بازیگرانی که در تحقیق حاضر لیست آنها موجود است، طی جلسات مشترک تا جایی که ممکن است قوانین موردنیاز مربوط به خودروهای خودران مورد بحث و تبادل نظر قرار بگیرد تا در زمان جاری شدن این فناوری، مردم از شرایط مطلوب‌تری درخصوص این قوانین برخوردار باشند. قوانینی از قبیل قوانین حفظ حریم خصوصی اطلاعات مسافران، تعیین مسئول خودروی خودران در هنگام تصادفات و موارد قانونی دیگر، تعیین بیمه‌کننده خودروی خودران و شرایط آن در هنگام بروز مشکلات قانونی، تعیین دسترسی‌های مجاز کاربران به سیستم‌های خودروی خودران، تعیین تقسیم‌بندی‌های فعالیت‌های مختلف بین خودروسازان، سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مرتبط دیگر، تعیین مجازات‌های مختلف برای اختلاف نظرهای احتمالی در آینده بین مردم درخصوص فناوری خودروی خودران، تعیین روند پیگیری اختلافات بین مردم و یا سازمان‌های مختلف درخصوص همین فناوری خودروی خودران و هرگونه موارد دیگر موردنیاز که لیست آنها در تحقیق حاضر موجود است. در این خصوص، نتایج تحقیق حاضر با تحقیق لیچ که در سال ۲۰۱۸ انجام داده است نیز به دنبال موضوعات مشترکی از قبیل مسئولیت خودروی خودران در مواقع اضطرار و یا تصادف بود که نتایج همسو بوده است. زیرا هر دو تحقیق به یک چارچوب کلی در این موضوع نرسیده است و فعلا باید با توجه به شرایط هر کشور تحقیقات خاص در این موضوع صورت گیرد؛

۲) طبق نتایج تحقیق حاضر در همین نمودار وزارتخانه‌هایی از قبیل وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و یا وزارت راه و شهرسازی در ناحیه‌ای قرار گرفته‌اند که هم اثرگذاری بالا و هم اثرپذیری بالا بر روی سیستم و بازیگران دیگر دارند که به آنها متغیرهای بازتاب گویند. یعنی با تغییر خودشان به علت اثرگذاری بالا بر روی بازیگران دیگر و کل سیستم، آنها را تحت تاثیر قرار

می‌دهند و از طرفی چون اثرپذیری بالایی نیز از سیستم دارند، خودشان نیز تحت تاثیر مجدد همان سیستم یا بازیگران دیگر قرار می‌گیرند. بنابراین یک چرخه ایجاد می‌شود که دائما بازیگران بر یکدیگر اثر می‌گذارند و به نوعی باعث رشد و تحول بر همدیگر می‌شوند. البته امکان تشکیل چرخه منفی نیز وجود دارد. به‌طور مثال در این تحقیق بازیگری مانند وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در صورت تحول و پیشرفت در موضوعات مربوط به خودروی خودران می‌تواند باعث شود وزارت راه و شهرسازی نیز بتواند دچار تحول در این موضوعات گردد. مثلا با ارائه اطلاعات دقیق‌تر توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، بازیگرانی همچون وزارت راه و شهرسازی نیز می‌تواند درخصوص خودروهای خودران امکانات بهتری را برای خودروها فراهم نماید. از طرفی دیگر، چون این بازیگران که در گروه متغیرهای بازتاب قرار دارند، خودشان اثرپذیری بالا نیز از سیستم دارند و این تحولی که در بازیگران دیگر ایجاد می‌شود، مجددا به خودشان برمی‌گردد و دوباره خودشان پیشرفت می‌کنند و به همین صورت در چرخه مثبت و یا گاهی در چرخه منفی دچار تغییرات می‌شوند. پس ین عوامل بسیار مهم هستند و باید تحت کنترل باشند، چون هر کاری که می‌کنند مجددا به خودشان نیز باز می‌گردد. برای همین به این بازیگران پیشنهاد می‌شود پروژه‌های مختلف فنی و غیرفنی مرتبط با فناوری خودروی خودران تعریف نموده که با درگیر شدن این بازیگران در این پروژه‌ها باعث پیشرفت در بازیگران دیگر سیستم بشوند و هم خودشان با ایجاد چرخه مثبت مجددا دچار پیشرفت‌های دیگر شوند. مثلا انجام یک پروژه سرمایه‌گذاری مشترک با شرکت‌های مطرح دنیا در این فناوری از قبیل شرکت آرگو و بایدو(در ادبیات تحقیق نیز به آن اشاره شده است) هم می‌تواند برای خود این دو وزارتخانه مفید باشد و هم انتقال فناوری صورت می‌گیرد و هم بازیگران دیگر به دلیل ارتباط با این وزارتخانه‌ها دچار تحول خواهند شد. از طرفی دیگر، کلیه متخصصین همه بازیگران، اطلاعات تخصصی بروز دنیا را از این شرکت‌ها دریافت می‌کنند و به نوعی به بهترین حالت ممکن انتقال فناوری از شرکت‌های معتبر دنیا به کشورمان صورت می‌گیرد. در ضمن این چرخه مثبت به دلیل موقعیت این بازیگران در این ناحیه دائما تکرار می‌شود. نتایج این بخش از تحقیق در بعضی از موارد مانند امنیت سایبری، حریم خصوصی مانند تحقیق رن که در سال ۲۰۱۸ انجام داده بود، همسو بوده است. ولی درخصوص مواردی از قبیل اثرگذاری و اثرپذیری بازیگران این موارد در مرور ادبیات(مبتنی بر پروتکل جستجوی این تحقیق)، تحقیقی یافت نشد که این کار را انجام داده باشد. در این خصوص تحقیق حاضر با مرور ادبیات همسو نبوده و می‌توان گفت این موضوع نتیجه خاص تحقیق حاضر بوده است؛

۳) درخصوص بازیگران دیگری مانند معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری که در بخش نتایج تحقیق حاضر ارائه شده، دارای اثرگذاری و اثرپذیری متوسط و یا کمی برخوردار هستند. به این متغیرها، متغیرهای مستقل می‌گویند. پیشنهاد می‌شود در فاز تحقیقات علمی با شرکت‌های معتبر دنیا مانند شرکت‌های آرگو ا آی[۴۱]، بایدو[۴۲] و یا مراکز تحقیقاتی شرکت‌های وایمو[۴۳]، و تسلا از طریق روش‌های رسمی مانند قراردادهای تحقیق و توسعه مشترک و غیررسمی مانند شرکت در سمینارهای مرتبط با این موضوع به‌صورت آنلاین و حضوری، انتقال فناوری داشته باشند تا آخرین علوم و فناوری‌های مرتبط با خودروی خودران از این طریق اخذ گردد و سپس انتقال فناوری در حوزه‌های مختلف به وزارتخانه‌ها و خودروسازان ایرانی صورت گیرد. در این خصوص تحقیق کوپمن در سال ۲۰۱۷ که در مرور ادبیات به آن اشاره شده است، با نتیجه تحقیق حاضر همسو بوده است. البته در آن تحقیق نیز عنوان شده است که برای کاهش نگرانی‌های آینده باید گواهینامه ایمنی تخصصی برای خودروهای خودران صادر گردد و انجام این کار منوط به انجام تحقیقات گسترده‌ای توسط واحدهای دانشگاهی و سازمان‌های علمی و فناوری است که در تحقیق حاضر نیز این نتایج اخذ شده است؛

۴) گروه دیگری که در شکل‌های بخش نتایج تحقیق ارائه شده است، بازیگرانی هستند که در محدوده متغیرهای هدف قرار دارند. خاصیت این گروه این است که دارای اثرپذیری بالا و اثرگذاری پایین است. بازیگرانی همچون وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت صنعت، معدن و تجارت، وزارت کشور، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت امور اقتصادی و مالی در تحقیق حاضر در این گروه قرار گرفته‌اند. تفسیر این موضوع با توجه به موقعیت آنها در شکل‌های فوق این است که وقتی بازیگران گروه‌های دیگر به‌طور مثال، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات یا وزارت راه و شهرسازی درخصوص عوامل موثر خودروهای خودران تغییر می‌کنند، باعث می‌شوند این بازیگران نیز در این عوامل دچار تغییر شوند. ولی

۴۱ Argo AI
۴۲ Baidu
۴۳ Waymo

خودشان در صورت تغییر و تحول اثر کمتر تا متوسطی بر روی سیستم و بازیگران دیگر دارند. به این گروه بازیگران، معمولا بازیگران پایش اهداف نیز می‌توان گفت که به نوعی برونداد سیستم را نشان می‌دهند. به عبارت دیگر، چنانچه در سیستم فعالیتی انجام شود، با توجه به این بازیگران مشخص می‌شود آیا فعالیت‌های مزبور بر روی سیستم درست بوده است یا خیر؛

۵) مطابق نمودار هیستوگرام رقابت‌پذیری مابین بازیگران عوامل موثر و نمودار بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری عوامل موثر، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزارت راه و شهرسازی و وزارت نیرو دارای بیشترین اثرگذاری بر روی سیستم هستند. لذا می‌توان از این اهرم قوی نیز استفاده نمود. به‌طور مثال می‌توان در تامین بودجه‌بندی در ابتدای هر سال، بودجه خاصی برای این وزارتخانه‌ها جهت پیشبرد اهداف این پروژه درنظرگرفت که این وزارتخانه‌ها بتوانند با تعریف پروژه‌های مختلف در این فناوری اثرگذاری بیشتری بر روی بازیگران و عوامل مختلف دیگر داشته باشند. با توجه به موارد بالا، می‌توان ادعا نمود که در تحقیقات مرور شده در ادبیات، موضوع بیشترین اثرگذاری و اثرپذیری مورد بررسی قرار نگرفته بود. البته تحلیل‌های پراکنده‌ای در تحقیقات داکروب(۲۰۱۶) و هانسون(۲۰۲۰) می‌توان یافت؛

۶) یکی دیگر از موضوعاتی که در نتایج تحقیق حاضر درخصوص آن استخراج گردید، نمودار مقیاس رقابت‌پذیری یا اثر اهرمی بازیگران بر عوامل موثر خودروهای خودران بود که نشان داد که کلیه بازیگران در تحقیق حاضر بر روی عوامل فرهنگی اثر اهرمی دارند. البته نرم‌افزار مکتور قابلیت این را دارد که اثر اهرمی بازیگران را با تغییر تنظیمات در این بخش نرم‌افزار بر روی همه عوامل موثر خودروهای خودران نشان دهد که به علت حجم بالای تصاویر صرفا در این تحقیق بالاترین رتبه یعنی عوامل فرهنگی در بخش نتایج تحقیق حاضر آورده شده است. جهت اطلاع اینکه همه اثر بازیگران بر روی همه عوامل در نرم‌افزار بررسی شد و نتیجه این بود که همه بازیگران بر روی همه عوامل اثرات اهرمی بالایی دارند. یعنی با تغییری در یکی از عوامل، تغییرات اهرمی در عوامل ایجاد خواهد شد و این موضوع می‌تواند باعث شود که بازیگران در تعریف اقدامات خود بر روی عوامل بهتر تصمیم‌گیری نمایند تا بهره‌وری و کارآیی‌شان بالاتر برود؛

۷) همچنین مطابق یکی دیگر از نتایج تحقیق، همگرایی دو دویی بازیگران از عوامل موثر خودروی خودران بود که نشان‌دهنده همگرایی دو به دوی بازیگران بر روی اهداف است. خطوط قرمز ضخیم نشان‌دهنده همگرایی بسیار قوی بین دو بازیگر بر روی اهداف است که در این تحقیق رابطه بین وزارت نیرو با وزارت صنعت، معدن و تجارت، رابطه بین معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با وزارت صنعت، معدن و تجارت و رابطه بین وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات با وزارت صنعت، معدن و تجارت، رابطه بین وزارت راه و شهرسازی با وزارت صنعت، معدن و تجارت دارای همگرایی بسیار قوی هستند؛ زیرا دارای خط قرمز ضخیم در نمودار است. ضمنا شدت روابطی که با رنگ آبی ضخیم مشخص شده، یعنی رابطه بین دو بازیگر دارای شدت قوی است که در این تحقیق مطابق نمودار به‌طور مثال رابطه بین وزارت نیرو با وزارت راه و شهرسازی رابطه با شدت قوی است. خط آبی با ضخامت کم نشان‌دهنده رابطه با شدت متوسط است که در این تحقیق به‌طور نمونه رابطه بین وزارت تعاون، کار و امور اجتماعی با وزارت صنعت، معدن و تجارت است. رنگ طوسی نشان‌دهنده رابطه با شدت ضعیف است که در این تحقیق رابطه بین وزارت نیرو با وزارت تعاون، کار و امور اجتماعی دارای رابطه ضعیف است. در نهایت، خط چین نشان‌دهنده رابطه بسیار ضعیف است که در این تحقیق به‌طور نمونه رابطه بین وزارت امور اقتصادی و امور مالی با وزارت علوم، تحقیقات و فناوری دارای رابطه بسیار ضعیف است.

بنابر همه بحث‌های صورت گرفته در بالا که براساس نتایج حاصله در این تحقیق بود، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که خودروی خودران فقط یک فناوری فیزیکی نیست؛ بلکه فناوری خودروی خودران یک پدیده است و می‌تواند بر روی ابعاد مختلف از قبیل عوامل اجتماعی، فرهنگی، فناورانه، اقتصادی، محیط زیست، مدیریتی و سیاستگذاری و شاید موارد دیگر اثرگذار باشد و خودش نیز از این موضوعات می‌تواند اثر بپذیرد. بنابراین این فناوری که پدیده چندبعدی محسوب می‌شود، برای بهتر اجرا شدن در سطح شهرهای مختلف، تلاش همه جانبه از سوی همه مردم، سازمان‌ها و دولت‌ها را می‌طلبد. از طرفی دیگر، با توجه به اینکه نوع تحقیق حاضر از نوع آینده‌نگاری بود، بنابراین موضوعاتی که در آن نتیجه گرفته شد می‌تواند برای سال‌های آینده معتبر باشد. لذا باید از الان شروع به فعالیت‌های مختلف و رفع موانع مختلف در همه ابعاد گفته شده درخصوص فناوری خودروی خودران نمود. همچنین از هم‌اکنون باید شروع به برنامه‌ریزی و اجرای زیرساخت‌های فرهنگی، اقتصادی، سیاستی، مدیریتی، فناورانه و محیط زیستی مرتبط با خودروهای خودران نمود تا مطابق تعریف آینده‌نگاری بهترین آینده مطلوب و بیشترین منافع اقتصادی و رفاه برای مردم در موضوع فناوری خودروی خودران فراهم گردد.

۵-۱- محدودیت‌ها

یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضـــر این بود که با توجه به اینکه فناوری خودروی خودران یک پدیده همه جانبه بود، لذا نیاز به همکاری خیلی از سـازمان‌ها با محققین است. در این خصوص در تحقیق حاضـر محدودیت وجود داشت. لذا پیشنهاد می‌شود با رفع این محـدودیـت پژوهشـــگران دیگر فعـالیـت‌های تحقیقاتی جدیدی در ابعاد مختلف این تحقیق را انجام دهند.

۵-۲- پیشنهادات تحقیقاتی آتی

پیشـــنهـاد می‌شـــود هر یک از عوامل موثر فناوری خودران به‌صـورت جداگانه در مقولات اصلی با روش‌های مختلف تحقیقی مورد تجزیه و تحلیل جداگانه قرار گیرد تا سیاست‌ها و راهبردهای آنها با جزئیات برای هر عامل موثر مشخص گردد.

مراجع

[۱] محمدی، مسعود؛ عجمی، عاطفه؛ نوری، جلال؛ شمس، محمدحسین؛ **" گردآوری و اولویت‌بندی استانداردهای جهانی فتوولتائیک برای تدوین استانداردهای ملی با تمرکز بر کاربرد نیروگاهی"**، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، شماره ۲۱، صص ۱۲۳-۱۰۷، ۱۳۹۲.

[۲] خدمتگزار، حمیدرضا؛ عابدی، صادق؛ **"طراحی مدل ساختاری نقش‌ها و عملکرد دفاتر انتقال فناوری در اکوسیستم دانشگاه"**، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، شماره ۴۲، صص ۷۸-۶۳، ۱۳۹۹.

[3] Lonita, S.; "*Autonomous vehicles: from paradigms to technology*", IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 252, 2017. doi:10.1088/1757-899X/252/1/012098.

[4] NHTSA et al.; "*2015motor vehicle crashes: overview*", Traffic Safety Facts Research Note, Vol. 2016, pp. 1–9, 2016.

[5] Howard, D.; Dai, D.; "*Public Perceptions of Self-driving Cars*: *The Case of Berkeley, California*", Presented at 93rd Annual Meeting of the Transportation Research, Washington, D.C., 2014.

[6] KPMG, "*Self-driving cars: The next revolution*", New York. Retrieved from http://www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/ Documents/self-driving-cars-next-revolution.pdf. 2012,

[7] Jorge, D.; Correia, G.; Barnhart, C.; "*Comparing optimal relocation operations with simulated relocation policies in one-way carsharing systems* IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., Vol. 15, Issue 4, pp. 1667–1675, 2014.

[8] Plumer, B.; "*15 ways that self-driving cars could transform our lives*,, Accessed date: 22 December 2017. Available at: Voxwww.vox.com/ 2014/5/28/5756736/the-case-for-self-driving-cars,

[9] Crayton, T.J.; Meier, B.M.; 2017. "*Autonomous vehicles: developing a public health research agenda to frame the future of transportation policy*", journal of transport & health, Vol. 6, pp. 245-252, September 2017.

[10] KPMG, C.; "*Autonomous Vehicles—The UK Economic opportunity*", KPMG LLP, United Kingdom, 2015. Available at: https://www.smmt.co.uk/wp- content/uploads/sites/2/CRT036586F-Connected-and-Autonomous-Vehicles- E2%80%93-The-UKEconomic-Opportu...1.pdf.

[11] KPMG, C.; "*Autonomous Vehicles—The UK Economic* opportunity", KPMG LLP, United Kingdom. 2015. Available at: https://www.smmt.co.uk/wp-content/uploads/sites/2/CRT036586F-Connected-and-Autonomous-Vehicles- E2%80%93-The-UKEconomic-Opportu...1.pdf.

[12] Ahn, Jinsoo; Kim, Young Yong; Kim, Ronny Yongho.; "*A Novel WLAN Vehicle-To-Anything (V2X*) ,, Channel Access Scheme for IEEE 802.11p-Based Next-Generation Connected Car Networks, Appl. Sci. 2018, No. 8, 2112. doi: 10.3390/app8112112.

[13] Hayhurst, K. J.; Maddalon, J. M.; Neogi, N. A.; Vertstynen, H. A.; "*Safety and certification considerations for expanding the use of UAS in precision agriculture*", Paper presented at the 13th International Conference on Precision Agriculture. St. Louis, Missouri, July 31–August 4, 2016.

[14] See Madeleine de Cock Buning.; Lucky Belder.; Roeland W. de Bruin.; Working paper "*Mapping the Legal Framework for the introduction into Society of Robots as Autonomous Intelligent Systems*,, p. 3-4, 28 January 2016
Available at: http://www.caaai .eu/wp-content/uploads/2012/08/Mapping-L_N-fw-for-AIS.pdf.

[15] NHTSA; DOT/NHTSA "*policy statement concerning autonomous vehicles*,, 2016, update to preliminary statement of policy concerning automated vehicles, 2013. Retrieved from http://www.aamva.org/.

[16] NHTSA; "*Bicycle safety*,, 2016b. Retrieved from https://www.nhtsa.gov/road-safety/bicycle-safety.

[17] Martin, B. R.; "*Foresight in science and technology. Technology analysis & strategic management*", Vol. 1, Issue 1, pp. 111-119, 1991.
[18] Leicht, Thomas; Chtourou, Anis; Ben Youssef, Kamel; "*Consumer innovativeness and intentioned autonomous car Adoption*", Journal of High Technology Management Research, Vol. 29, Issue 1, 2018, pp.1-11, 2018.
[19] Renn, O.; Benighaus, C.; "*Perception of Technological Risk: Insights from Research and Lessons for Risk Communication and Management*,, J. Risk Res., No. 16, 293–313, 2013.
Available at: https://www.tandfonline. Com/doi/10.1080/13669877.2012.729522
[20] Ongel, Aybike.; Loewer, Erik.; Roemer, Felix.; Sethuraman, Ganesh.; Chang, Fengqi.; Lienkamp, Markus.; "*Economic Assessment of Autonomous Electric Microtransit Vehicles*", Sustainability, Vol. 11, No. 3, 648, 2019. 648.
doi: 10.3390/su11030648.
[21] Abu Alkheir, Ala.; Aloqaily, Moayad; Mou Ftah, Hussein T.; "*Connected and Autonomous Electric Vehicles (CAEVs) A Service Management Perspective*", Published by the IEEE Computer Society, Vol. 20, No. 6, 1520-9202/18/$33.00 _2018 IEEE.
[22] Chakraborty, Sourav; Laware, Hitesh; "*High Precision Localization for Autonomous Vehicles via Multiple Sensors*", Data Fusion and Novel Wireless Technologies, College of Engineering, Boston University, MA, USA. 2016.
[23] Contissa, Giuseppe; Lagioia1, Francesca; Sartor, Giovanni; "*The Ethical Knob: ethically-ustomisable automated vehicles and the law*", Artif Intell Law, Springer Science Business Media B.V., 2017.
Doi: 10.1007/s10506-017-9211-z
[24] Gold, C.; Damböck, D.; Bengler, K.; Lorenz, L.; "*Partially automated driving as a fallback level of high automation*,, Tagung Fahrerassistenzsysteme, Der Weg zum Autom. Fahren, 2013.
[25] Dakroub, H.; Shaout, A.; Awajan, A.; "*Connected Car Architecture and Virtualization*", SAE Int. J. Passeng. Car Electron. Electr. Syst., Vol. 9, Issue 1, 2016.
doi: 10.4271/2016-01-0081.
[26] Koopman, Philip; "*Autonomous Vehicle Safty: An Interdisciplinary Challenge*", IEEE Intelligent transportation systems magazine, Digital Object Identifier, 10.1109/MITS.2016.2583491, Date of publication: 19 January 2017.
[27] Noh, Samyeul; "*Decision-Making Framework for Autonomous Driving at Road Intersections*,, Safeguarding Against Collision, Overly Conservative Behavior, and Violation Vehicles, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, 2018.
[28] Wang, Zhuping; Zong, Wenhao; Zhang, Changzhu; Zhu, Jin; Chen, Qijun; "*Architecture Design and Implementation of an Autonomous Vehicle*,, IEEE, Vol. 6, pp. 21956 – 21970, 2018.
doi: 10.1109/ACCESS.2018.2828260, IEEE Access.
[29] Kaltenh auser, B.; Werdich, K.; Dandl, F.; Bogenberger, K.; "*Market development of autonomous driving in Germany*", Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 132, pp. 882–910. 2020.
Available at: https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.01.001.
[30] Monzavi, Masoud; *Technology Foresight for organizers*, Defense Industries Educational and Research Institute, Tehran, Iran. 1392.{In Persian}.
[31] Radfar, R.; Khamseh, A.; Madani, H.A.D.; "technology commercialization as the effective function as in technology and economy development", ROSHD-E-FANAVARI, Vol. 5, No. 20, pp. 33-40, 2009.
Available from: https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=171228.