

سناریو نویسی برای آینده خودروی بدون راننده

حمید حنیفی^۱، عادل آذر^{۲*}، منوچهر منطقی^۳

۱. دانش آموخته دکتری مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳. استاد، مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۵

چکیده

محققین اعلام نموده‌اند که دلیل اصلی تصادفات خودروها، خطای انسانی می‌باشد. احتمالاً خودروهای خودران می‌توانند خطاهای انسانی را حذف نمایند. همچنین می‌توانند باعث مزیت‌های دیگری از قبیل بهره‌وری منابع و کاهش ترافیک شوند. شرکت‌های زیادی از قبیل گوگل و تسلا به سمت توسعه خودروی خودران رفته‌اند. بنابراین لازم است زیرساخت‌های فناورانه، اجتماعی، اقتصادی از الان فراهم گردد. هدف از این تحقیق، سناریونویسی وضعیت‌های مختلف خودروی خودران بود. روش تحقیق به این صورت بود که ابتدا از پیشینه ادبیات، عوامل مؤثر بر این فناوری استخراج و این عوامل به‌عنوان پایه مصاحبه با خبرگان قرار گرفت. خبرگان این عوامل را حذف، تأیید و یا بر آنها اضافه نمودند. تحلیل محتوی مصاحبه خبرگان با نرم‌افزار مکس کیودی انجام و سپس عوامل مؤثر کلیدی با تحلیل اثر متقابل توسط نرم‌افزار میک مک مشخص گردید. در گام بعدی برای همین عوامل کلیدی مؤثر با نرم‌افزار سناریو ویزارد، سناریوهای مختلف در نظر گرفته شد. یافته‌های پژوهش این بود که چهار سناریو توسط نرم‌افزار سناریو ویزارد پیشنهاد گردید که یکی از آنها سناریوی مطلوب، یک سناریو نامطلوب و دو سناریو نیز ایستا بود. سناریوی مطلوب تحلیل و پیشنهادات نحوه رسیدن به آن نیز ارائه گردید. با دانستن این سناریوی مطلوب از الان می‌توان برای آینده مطلوب خودروی خودران، آمادگی لازم را فراهم نمود تا بهترین حالت از این فناوری جدید در سطح کشور جاری گردد.

کلیدواژه‌ها: خودروی خودران، خودروی بدون راننده، سناریونویسی، آینده‌نگاری فناوری

۱- مقدمه

مطابق نتایج تجزیه و تحلیل انفعالات راننده در برنامه تحقیقات استراتژیک بزرگراه‌ها^۱ اعلام شده که این خود رانندگان هستند که عامل اصلی بروز حوادث جاده‌ای هستند [۱]، [۲]. بی‌احتیاطی راننده، خستگی، مسمومیت یا مشکلات دیگر مانند پرداختن به کودکان شلوغ در صندلی عقب از دلایل اصلی بیشتر تصادفات وسایل نقلیه است [۳]. هزینه‌های ناشی از خودروهای معمولی، تأثیر منفی بر موارد زیادی دارد از جمله: تأثیر بر بهره‌وری^۲، هزینه‌های پزشکی^۳، هزینه‌های قانونی و دادگاهی^۴، ضرر و زیان در محل کار^۵، هزینه خدمات اضطراری^۶، زیاده‌ی مسئولیت^۷، هزینه‌های اداره بیمه^۸ و خسارت به اموال^۹ [۴]. لذا شرکت‌های زیادی در دنیا به سمت طراحی و توسعه خودروهای خودران یا بدون راننده رفته‌اند که هر کدام از آنها در مرحله‌ای از پیشرفت این فناوری هستند. شرکت‌هایی از قبیل: تسلا، گوگل و یا شرکت‌های دیگر که به ادعای خودشان همچنان در حال توسعه فناوری‌های خودروی خودران هستند. تخمین زده شده که خطای انسانی دلیل اصلی حدود ۹۰ درصد همه تصادفات است. احتمالاً خودروهای خودران می‌توانند خطاهای انسانی که منجر به تصادف می‌شوند را حذف نمایند و همچنین می‌توانند باعث مزیت‌های ناشی از بهره‌وری در زمان، کاهش ترافیک و بهره‌وری در منابع شوند [۵]. البته برای دستیابی به این اهداف تلاش همه جانبه می‌طلبد که دولت نقش مؤثرتری نسبت به بقیه در توانمندسازی شرکت‌های فناوری محور دارد [۶]. فناوری‌های خودروی خودران باعث کاهش تراکم شهری با استفاده از کاهش نیاز به زیر ساخت پارکینگ می‌شود. خودروهای خودران اشتراکی باعث می‌شود که هزینه‌های تعمیر و نگهداری و هزینه سرمایه اولیه برای مالکین کاهش یابد [۷]. بیشتر مطالعات موجود بر روی تأثیرات خودروهای خودران اشتراکی تاکید نموده‌اند که در مقایسه با خودروهای خودران خصوصی برای محیط زیست پایدارتر در نظر گرفته شده‌اند [۸]. خودروهای خودران انواع مختلفی از تأثیرات مثبت اجتماعی مانند سیستم حمل و نقل ایمن‌تر، هزینه کم‌تر حمل و نقل و همچنین امکان جابه‌جایی به افراد معلول و خانواده‌های کم درآمد دارد. تخمین زده می‌شود که ارزش مستقیم اجتماعی که ایجاد می‌شود تا سال ۲۰۲۵ بین ۰.۲ تا ۱.۹ تریلیون دلار سالانه باشد [۹]. از طرفی هوشمندی فناوری نیز که عوامل مختلفی از قبیل مدیریت استراتژیک، مدیریت نوآوری، مدیریت دانش، مدیریت فناوری و مدیریت فناوری اطلاعات تشکیل شده است، باید مدنظر قرار گیرد [۱۰]. با وجود مزایایی که به آن اشاره گردید، جنبه‌های مبهم زیادی در خصوص این فناوری همچنان باقیمانده است؛ به‌طور نمونه مسائل ارتباطی [۱۱]. موضوعات مرتبط با تغییر کاربری



سرزمین‌های شهری به علت آزاد شدن مکان‌های مرتبط با پارکینگ خودروهای قدیمی [۱۲]. تلاش برای تغییر عادات رانندگی مردم [۱۳]. موضوعات قانونی فناوری خودروی خودران [۱۴] و موارد دیگر. لذا اکنون با توجه به مزایا و معایب مطرح شده در خصوص خودروی خودران و همچنین دانسته‌ها و ندانسته‌های این فناوری در این تحقیق ابتدا عوامل مؤثر خودروهای خودران را استخراج و سپس برای مشخص شدن عوامل مؤثر کلیدی از عوامل تعیین شده در مرحله قبلی، تحلیل اثرات متقابل انجام می‌شود و در نهایت نیز برای این عوامل مؤثر کلیدی که دارای عدم قطعیت و اهمیت بالاتر است، سناریونویسی برای سناریوهای مطلوب می‌شود. با سناریونویسی، موقعیت‌های مختلف آینده برای این عوامل مؤثر تعیین می‌گردد تا از الان بتوان از موقعیت کنونی به سمت آینده‌های مطلوب حرکت کرد. محدوده این تحقیق در سطح ملی کشور ایران می‌باشد. نتایج این تحقیق از این جهت برای جامعه ایران می‌تواند مفید باشد که خودروی خودران مانند هر فناوری که قبلاً به هر طریق ممکن وارد کشور شده است و یا در داخل کشور طراحی و توسعه یافته است، می‌تواند مزایا و معایبی برای جامعه ایران داشته باشد. بنابراین برای جلوگیری از آسیب رساندن این فناوری به جامعه ایرانی به نظر می‌رسد که پیش‌بینی و شناسایی آینده مطلوب این فناوری و ارائه راهکار در خصوص این آینده‌ها می‌تواند راه مناسبی برای مردم ایران باشد تا مانند فناوری‌های قبلی، مردم دچار آسیب‌های اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی نشوند.

۲- پیشینه و مبانی نظری پژوهش

خودروهای خودران با نام‌های مختلف در ادبیات تحقیق دیده می‌شود از جمله: خودروهای خودران هوشمند (AIC)^۱، خودروهای اتوماتیک (AVs)^۲، اتومبیل‌های خودران (ACS)^۳، خودروی رباتیک (RCs)^۴، خودروی بدون راننده (DCs)^۵ و... که منظور از همه این نام‌ها یکی می‌باشد.

خودروی خودران: خودروی خودران از سه بخش تشکیل شده است: استقلال، هوش و اتومبیل. استقلال مرتبط با سطح مداخلات انسانی است که می‌تواند در یک محدوده باشد. بخش دوم، هوش است که مرتبط با راه‌هایی است که یک سیستم می‌تواند محیط خود را درک کند و می‌تواند رفتار خود را با محیط پویای خود سازگار نماید مانند: قدرت یادگیری، پردازش اطلاعات پیچیده اطراف و حل مسائل. بخش سوم اتومبیل است که برای جابه‌جایی کالا و یا انسان‌ها و برای انجام خدمات استفاده می‌شوند که در مجموع این سه بخش را خودروی

خودران هوشمند گویند [۱۵]. طبق گفته وزارت حمل‌ونقل آمریکا، برنامه‌های کاربردی خودروی متصل، اتصال بین وسایل نقلیه را برای جلوگیری از تصادف، بین وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها را فراهم می‌کنند تا ایمنی، جابجایی و مزایای زیست محیطی را در میان وسایل نقلیه، زیرساخت‌ها و دستگاه‌های بی‌سیم برای برقراری اتصال مداوم در زمان واقعی به همه کاربران سیستم را فراهم کند [۱۶].

طبقه‌بندی سطوح خودروهای خودران: انجمن مهندسان خودرو^{۱۵}، خودروها را در شش سطح مختلف اتوماسیون طبقه‌بندی کرده است. همین طبقه‌بندی توسط سازمان‌های دیگر مانند سازمان بین‌المللی تولیدکنندگان وسایل نقلیه موتوری^{۱۶} و مؤسسه تحقیقاتی بزرگراه فدرال آلمان^{۱۷} نیز پذیرفته شده است. اداره ملی ایمنی ترافیک بزرگراه ایالات متحده^{۱۸} در ابتدا طبقه‌بندی متفاوتی داشت [۱۷]. از آن زمان، اداره ملی ایمنی ترافیک بزرگراه ایالات متحده همچنین شش سطح اتوماسیون را در سیاست خودروهای فدرال اتومبیل اتخاذ کرده است. سطوح صفر تا دو را می‌توان به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان کمک راننده طبقه‌بندی کرد، در حالی که سطوح سه و چهار را می‌توان نیمه خودران نامید و سطح پنج کاملاً مستقل است. ویژگی‌های دقیق هر سطح در زیر شرح داده شده است: سطح صفر، خودران نیست و همه کارها توسط راننده انجام می‌شود. سطح یک با برخی عملکردها مانند کروز کنترل تطبیقی و تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی و غیره به راننده کمک می‌کند، اما راننده هنگام نظارت بر محیط اطراف، شتاب‌دهنده و ترمزها را کنترل می‌کند. سطح دو، کمک رانندگی جزئی را ارائه می‌دهد و خودرو می‌تواند عملکرد فرمان و شتاب را انجام دهد. با این حال، راننده مسئول بسیاری از اقدامات ایمنی مهم است. سطح سه، اتوماسیون مشروط، رانندگی را فراهم می‌کند که در آن وسیله نقلیه کل نظارت بر محیط را انجام می‌دهد. راننده دیگر مسئول مسائل ایمنی مهم نیست. سطح چهار، اتوماسیون رانندگی بالایی را ارائه می‌دهد و راننده تنها در صورتی کنترل می‌کند که وضعیت خودکار ناامن شود. فرمان، ترمز، شتاب و کنترل اطراف توسط خودرو انجام می‌شود. سطح پنج، نشان دهنده اتوماسیون کامل است که در آن نیازی به دخالت انسان نیست و راننده مسافر است [۱۸].

آینده نگاری: 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 [۱۹]. فرآیندی نظام‌مند، مشارکتی برای گردآوری اطلاعات آینده و چشم‌اندازسازی میان تا بلندمدت با هدف پرداختن به تصمیمات امروز و بسیج



اقدامات مشترک است. مارتین (۱۹۹۶) می‌گوید: منطق اصلی انجام آینده‌نگاری، این درک گسترده است که احتمالاً فناوری‌های عمومی نوظهور دارای تأثیر انقلابی بر صنعت، جامعه و محیط زیست در دهه‌های آینده خواهند داشت. این فناوری‌ها، اتکای بالایی به توسعه پیشرفت‌های علمی دارند. اگر بتوان فناوری‌های نوظهور را در مرحله اولیه شناسایی کرد، دولت‌ها و دیگران می‌توانند منابع موجود را صرف حوزه‌های تحقیقات راهبردی مورد نیاز برای کسب اطمینان از توسعه سریع و مؤثر نمایند. در آینده‌پژوهی، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها سناریونویسی می‌باشد که در این پژوهش، روش سناریونویسی با توجه به شرایط موضوع انتخاب شده است. یکی از دلایل انتخاب این روش این است که فناوری خودروی خودران هنوز وارد جامعه نشده است و با توجه به ادبیات تحقیق، نیازمندی‌ها و اثرات متفاوتی بر جامعه خواهد گذاشت. البته همه آنها قابل پیش‌بینی نیست. لذا احتمال رخداد آینده‌های متفاوتی در این موضوع وجود دارد که سناریونویسی می‌تواند به ما کمک کند که برای آینده مطلوب از الان آماده بود تا امکان برخورد با همه آینده‌های بدیل وجود داشته باشد. **روش تحلیل تأثیر متقابل**^{۱۹}: یک روش خبره بنیاد برای خلق نتایج کمی است. در این رویکرد از خبرگان خواسته می‌شود که احتمال وقوع رویدادهای مختلف را برآورد کنند. روش تأثیر 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 میک‌مک) تعیین احتمالات وقوع هر سناریوی ممکن ناشی از ترکیب رویدادها پرداخت [۲۰].

سناریونویسی: سناریوها روش‌های نظام‌مندی هستند که به وسیله آنها می‌توان سازمان یا جامعه را بهتر تجسم نمود. این ابزار می‌تواند باعث نظم بخشیدن به ادراک انسانها در خصوص آینده‌های بدیل شود. گام‌های سناریونویسی به این شرح است: ۱) تعیین موضوع اصلی، ۲) تعیین عوامل کلیدی یا پیشران، ۳) تعیین عواملی که دارای بالاترین عدم قطعیت و بیشترین اهمیت هستند. ۴) نوشتن سناریو برای دو یا سه مورد از عوامل مرحله قبل [۲۱] که در این تحقیق از همین مراحل استفاده شده است.

پیشینه پژوهش: تحقیقات متفاوت و زیادی در زمینه‌های مختلف از موضوع پژوهش انجام شده است که با توجه به زیاد بودن آنها به تعدادی از تحقیقات مرتبط با موضوع تحقیق به‌صورت دسته‌بندی اشاره می‌گردد.

الف) تحقیقات مرتبط با عوامل فناورانه خودروهای خودران: به‌طور مثال، تحقیقی توسط زیگتی^{۲۰} در خصوص مدیریت اطلاعات خدمات پویای پاسخگو بر اساس خودروهای خودران انجام

شده و در آن بیان شده که روابط خارجی مختلفی با اپراتورهای مسافران و همچنین دیگر سامانه‌ها توسط خودروهای خودران برقرار است از قبیل: ۱) مسافران هوشمند، ۲) مرکز کنترل اجرایی، ۳) مرکز کنترل ترافیک، ۴) جاده‌های خودروی خودران، ۵) توقف هوشمند، و ۶) مراکز شارژ مخزن [۲۲]. البته برای ایجاد هر کدام از این روابط نیاز به زیرساخت‌هایی دارد که در تحقیق مذکور مورد بررسی قرار نگرفته است و باید تحقیقات مرتبط در این خصوص انجام شود. یکی از این زیرساخت‌ها، زیرساخت فناوری اتصال خودرو به خودرو، یا فناوری اتصال خودرو به زیرساخت و همچنین اینترنت اشیاء است. در خصوص فناوری‌های اتصال خودرو به خودرو یا زیرساخت، تحقیقی توسط لونیتا^{۲۱} در سال (۲۰۱۷) انجام شده است. در آن مطرح شده که فناوری‌های اتصال خودرو به خودرو و یا زیرساخت قادر خواهند بود اتصال خوبی برای بهبود سطح شناختی برای تصمیمات درست و اقدامات ترافیکی امن برقرار نمایند [۲۳].

ب) تحقیقات مرتبط با عوامل قانونی و ارزشی خودروهای خودران: البته موضوعات بیان شده در تحقیقات مرتبط با عوامل فناورانه و یا دیگر عوامل خودروهای خودران با چالش‌هایی درگیر است. چالش‌هایی از قبیل چالش‌های اخلاقی و قانونی، و یا چالش ایمنی. در خصوص این چالش‌ها، تحقیقی را باراباس^{۲۲} در سال (۲۰۱۷) با عنوان چالش‌های امروزی در رانندگی با خودروهای خودران انجام داده است. چالش‌های قانونی یکی از مهمترین مسائلی هستند که شامل خط‌مشی‌های عمومی، کدهای ترافیک، استانداردهای فنی و قوانین جرمه و... می‌باشند. جنبه دیگر، موارد اخلاقی است. خودروهای خودران باید در شرایط اضطراری نیز تصمیمات خوب بگیرند. به‌طور مثال تصور کنید که یک وسیله نقلیه خودران در حال عبور از خطوط محل عبور عابرین می‌باشد. چراغ راهنمایی برای خودرو سبز است، اما به‌طور ناگهانی یک عابر از روی خطوط عابرین رد می‌شود، اگر چه به لحاظ قانونی عابر پیاده باید با احتیاط نزدیک شود، ولی سرعت وسیله نقلیه باید به اندازه‌ای کم باشد که اگر لازم شد بتواند قبل از خطوط عبور عابر، متوقف شود. اگر عابرین متقاعد شدند که هیچ ریسکی وجود ندارد، بتوانند فقط عرض جاده را رد کنند [۲۴]. یکی از موضوعات خیلی مهم این فناوری، مسائل مربوط به مسئولیت‌های این خودرو است. به‌طور مثال باید مشخص شود در هنگام تصادف چه کسی مقصر است. وقتی راننده‌ای پشت فرمان خودرو وجود ندارد، بنابراین چه کسی مسئول تصادف است؟ در این خصوص تحقیقی با عنوان نقشه راه برای خودروهای خودران: مسئولیت منطقه تورث^{۲۳}، بیمه اتومبیل، و مقررات ایمنی فدرال توسط گیستفیلد^{۲۴} در سال (۲۰۱۷) انجام



شده است. در این تحقیق ابتدا بیان شده است که خطای راننده در حال حاضر باعث اکثر تصادفات وسایل نقلیه می‌شود. با حذف راننده انسانی توسط خودروهای خودران از هزاران کشته و صدمات جدی جسمی جلوگیری می‌شود که این امر یک مورد ایمنی قانع کننده برای سیاست‌هایی است که موجب توسعه سریع این فناوری‌های مهم در طی دهه گذشته شده است. اما نگرانی گسترده‌ای وجود دارد مبنی بر اینکه مانع از عدم قطعیت در مورد تعهدات تولیدکننده برای تصادف است. در این تحقیق سعی شده بود که اصول جرم که توسط اکثر ایالت‌ها اتخاذ شده است، در صورت تکمیل دو آیین نامه جدید ایمنی فدرال، یک رویکرد نظارتی جامع ارائه گردد که تا حدود زیادی عدم قطعیت قانونی پر هزینه را که اکنون از این فناوری در حال ظهور وجود دارد از بین ببرد [۲۵]. در تحقیق مذکور در نهایت موفق به مشخص نمودن مسئول واقعی تصادفات نشده‌اند. البته این موضوع به‌طور کامل در هیچ کشوری هنوز نهایی نشده است. لذا تحقیقات گسترده‌ای مختص هر کشور با توجه به اختلافات قوانین حقوقی هر کشور نیاز دارد. ج) تحقیقات مرتبط با عوامل اقتصادی خودروهای خودران: البته خودروهای خودران با نیازمندی‌های مطرح شده در مطالب قبلی لازم است که با قیمت مناسب تولید گردند. لذا باید مراحل طراحی و توسعه آنها از طریق فناوری‌های مناسب طی شود تا در نهایت در سیستم حمل‌ونقل، قیمت پایین‌تری برای ارائه خدمت برای مردم در نظر گرفته شود که پذیرش این فناوری جدید توسط مردم بهتر صورت گیرد. در این خصوص تحقیقی با عنوان ترجیحات کاربران در خصوص خودروهای خودران توسط هابوچا^{۲۵} (۲۰۱۷) انجام شده است. در تحقیق مذکور، ترجیحات کاربران در مورد پذیرش خودروهای خودران با تمایز مابین خودروهای خصوصی و اشتراکی مدل شده است و انگیزه‌های فردی برای انتخاب مالکیت و استفاده خودروهای خودران و توسعه یک مدل برای تصمیم‌گیری بلندمدت خودروی خودران مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شده که فقط سه تا از متغیرهای بررسی شده از قبیل: لذت بردن از رانندگی، موضوعات محیطی و تمایلات به استفاده خودروهای خودران و اثرات متغیرهای نگرشی بسیار مهم هستند و می‌توانند از طریق کمپین‌های آموزشی به‌منظور تغییر تصمیم‌گیری‌های آینده اجرا گردند. ضمناً مشخص شده که دامنه وسیعی به سمت استفاده از خودروهای خودران وجود دارد و در حدود ۴۴ درصد انتخاب تصمیمات، وسایل نقلیه معمولی^{۲۶} است. حدود ۳۲ درصد برای خودروهای خصوصی خودران و حدود ۲۴ درصد خودروهای خودران اشتراکی را انتخاب نمودند [۲۶].

د) تحقیقات مرتبط با عوامل مدیریتی و سیاستی خودروهای خودران: موضوع دیگری که در این فناوری مهم است، موضوعات مدیریتی و سیاستگذاری می‌باشد. در این خصوص سازمان‌های مرتبط باید بر ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری تأکید کند و نهادهای متولی این موضوع را مشخص و همچنین بر عملکرد آنها نظارت نماید [۲۷]. تحقیقی در این خصوص با عنوان شناسایی و انتخاب بهینه خودروهای هوشمند معمول برای سنجش شهری توسط احمد خان^{۲۷} در سال (۲۰۱۶) انجام شده است. در این تحقیق مطرح شده است که وسایل نقلیه امروز در حال تبدیل شدن به پلتفرم‌های حسگر قدرتمندی برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و به اشتراک‌گذاری داده‌های حسی با نظارت مستمر بر خیابان‌های شهری هستند. از آن جایی که بارگذاری چنین داده‌هایی از تمام وسایل نقلیه به زیرساخت‌ها به دلیل محدودیت منابع پهنای باند و هزینه بالا، چالش برانگیز است. لذا نیاز به شناسایی وسایل نقلیه مناسب برای سنجش شهری بر اساس جابه‌جایی طبیعی آنها دارد. تحقیق مذکور به دنبال نحوه تصمیم‌گیری یک وسیله نقلیه هوشمند برای اندازه‌گیری اهمیت نسبی آن در شبکه است. برای انجام اینکار سیستم اینفورنک^{۲۸} به عنوان یک الگوریتم مرکز اطلاعات برای یک وسیله نقلیه ارائه شده تا اطلاعات مختلف مکانی را به طور مستقل رتبه‌بندی نماید. این سیستم رتبه‌بندی وسیله نقلیه، اولین قدم در جهت شناسایی بهترین مراکز اطلاعاتی است که در شبکه برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و توزیع کارآمد اطلاعات حسی شهری استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که سیستم رتبه‌بندی در مقایسه با سایر طرح‌های رتبه‌بندی، وسایل نقلیه مهم را به طور کارآمد شناسایی می‌نماید [۲۸].

ه) تحقیقات مرتبط با عوامل محیط زیست: از موضوعات دیگری که در ادبیات تحقیق مشاهده گردید، موضوعات مرتبط با محیط زیست و خودروی خودران بود. در این خصوص به طور نمونه، تحقیقی با عنوان رانندگی خودران، محیط زیست ساخته شده، و مفاهیم سیاست‌گذاری توسط فرادریچ^{۲۹} و دیگران در سال (۲۰۱۸) انجام شده است. این تحقیق با هدف روشن ساختن اینکه رانندگی خودران چگونه می‌تواند بر محیط ساخته شده تأثیر بگذارد بحث شده است. نتایج نشان داد که رانندگی خودران می‌تواند از جهات مختلف بر محیط ساخته شده تأثیر بگذارد. از جمله موضوعات کلیدی می‌توان به تغییر در فضای مورد نیاز جاده‌ها (مسیرهای اصلی و خطوط رفت‌وآمد) و زیرساخت‌ها (علائم راهنمایی و غیره)، تأثیرات بر مکان، شکل و میزان پارکینگ، تعامل با جابجایی دوچرخه‌سواران و عابران پیاده و تغییرات کاربری زمین و جابجایی مسکونی اشاره نمود [۲۹]. البته موارد مرتبط با محیط زیست می‌تواند از یک اقلیم



نسبت به اقلیم دیگر متفاوت باشد و اقدامات مرتبط با آن نیز باید متفاوت باشد. بنابراین نیاز به تحقیقات مستقل در هر جامعه‌ای دارد.

در نهایت با توجه به مرور پیشینه ادبیات موضوع تحقیق یعنی خودروهای خودران و نقدهای انجام شده توسط محقق حاضر و همچنین مشاهده خلاء تحقیقاتی در تحقیقات فوق که در انتهای هر دسته‌بندی در مطالب فوق‌الذکر اعلام گردید، لزوم مصاحبه و تحقیق در مقوله‌های اعلام شده مشخص می‌شود. ضمناً متغیرهای استخراج شده در دسته‌های مختلف از ادبیات تحقیق به‌عنوان پروتکل شروع مصاحبه با خبرگان در این تحقیق در نظر گرفته شد که عوامل مؤثر بر خودروهای خودران باقیمانده و همچنین تأیید و یا عدم تأیید متغیرهای استخراج شده از ادبیات در مصاحبه با خبرگان استخراج گردد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

سؤال پژوهش این است که سناریوهای مختلف خودروی بدون راننده یا خودران به چه صورت می‌باشد؟ با توجه به موضوع پژوهش حاضر که سناریونویسی خودروهای خودران می‌باشد، برای تجزیه و تحلیل موضوعات مرتبط با این فناوری در یک جامعه نسبت به جامعه دیگر اختلاف وجود دارد، مفهوم این جمله این است که از منظر هستی‌شناسی^{۲۰} این موضوع در بخش تفسیریون قرار دارد، یعنی ممکن است یک سناریو در جوامع مختلف با توجه به زیست‌محیطی آن جامعه یا کشور نیازمندی‌ها و اثرات متفاوتی داشته باشد. از طرفی دیگر از منظر معرفت‌شناسی^{۲۱} موضوع پژوهش در بخش نسبی‌گرایی قرار می‌گیرد. یعنی به‌صورت جهان‌شمول و یکسان در همه جوامع یا کشورها نمی‌تواند یکسان باشد. لذا باید با در نظر گرفتن شرایط مختلف جوامع در خصوص این موضوع، تحقیق علمی صورت گیرد. بنابراین با در نظر گرفتن دو موضوع هستی‌شناسی و معرفت‌شناسی موضوع تحقیق، می‌توان گفت پارادایم تحقیق مشخص شده است و با توجه به این پارادایم می‌توان گفت که متدولوژی این پژوهش از نوع کیفی می‌باشد. ضمناً استراتژی پژوهش در مرحله شناسایی عوامل مؤثر با توجه به نیاز به تجزیه و تحلیل مصاحبه‌ها و مستندات پیشینه ادبیات، تحلیل محتوا می‌باشد. در مرحله بعدی نیز استراتژی از نوع تحلیل اثرات متقابل توسط نرم‌افزارهای میک‌مک و سناریو ویزارد می‌باشد. از آن جایی که در این پژوهش هم تحلیل مصاحبه و هم تحلیل مستندات پیشینه، و هم تحلیل اثرات متقابل وجود دارد، لذا تاکتیک از نوع تحلیل محتوا آشکار، پنهان و همچنین تاکتیک محاسبات اثرات متقابل است که توسط نرم‌افزار میک‌مک و سناریو ویزارد

صورت می‌گیرد. جامعه آماری این پژوهش، خبرگان در حوزه‌های مختلف از قبیل صنعت خودرو و صنایع مرتبط با فناوری خودروهای خودران است. روش نمونه‌گیری از نوع غیرتصادفی، و حجم نمونه، رسیدن به اشباع نظر در مصاحبه‌ها و مستندات پیشینه ادبیات است. ابزار پژوهش، اسناد مرتبط با فناوری خودروهای خودران در پیشینه ادبیات پژوهش، و مصاحبه با خبرگان برای گرفتن تأییدیه عوامل استخراج شده از پیشینه و همچنین اضافه نمودن متغیرهای جدید در خصوص عوامل مؤثر بر خودروهای خودران استخراج شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز توسط نرم‌افزار MAXQDA تا مرحله کد گذاری اولیه و محوری انجام شده است. در مراحل بعدی برای محاسبه اثرات متقابل عوامل مؤثر استفاده از نرم‌افزار میک‌مک، و برای تحلیل اثر متقابل سناریوها از نرم‌افزار سناریو ویزارد استفاده شده است. در گام نهایی نیز سناریوهای مختلف توسط محقق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. مراحل انجام پژوهش عبارت است از:

گام اول: ابتدا عوامل مؤثر بر خودروی خودران از ادبیات موضوع تحقیق استخراج گردید.
گام دوم: سپس با نظر خبرگان صنایع مربوطه، این عوامل توسط خبرگان حذف یا اضافه شدند. تعداد عوامل مؤثر استخراجی در این گام در سطح اول تعداد ۶۶ عدد بود. مصاحبه تا مرحله اشباع نظری عوامل انجام شد.
گام سوم: در این گام با توجه به نظر خبرگان و بررسی صورت گرفته در پیشینه ادبیات، تعداد ۶۶ عدد عوامل مؤثر در سطح اول (سطح شاخص‌ها) با توجه به ارتباط موضوعی به تعداد ۱۳ عدد در سطح دوم (سطح مقوله‌های فرعی)، و سپس به ۶ عدد در سطح سوم (سطح مقوله‌های اصلی) طبقه‌بندی گردیدند. برای سهولت و دقت در کار از نرم‌افزار مکس کیودی استفاده گردید.
گام چهارم: ۱۳ مقوله فرعی عوامل مؤثر در نرم‌افزار میک‌مک به صورت ماتریسی وارد گردید و نمرات ۱ تا ۱۰ از خبرگان برای اثرگذاری سطر به ستون به صورت ماتریسی اخذ گردید.
گام پنجم: ۸ عامل از ۱۳ عامل مؤثر گام قبلی به عنوان عوامل مؤثر کلیدی از نمودار خروجی نرم‌افزار میک‌مک با توجه به موقعیت مناسبشان در نمودار (عواملی که تأثیرگذار یا تأثیرپذیری بیشتری داشتند)، برای تحلیل مراحل بعدی انتخاب شدند.
گام ششم: برای عوامل مؤثر کلیدی که در گام قبلی انتخاب شده بودند، در این گام وضعیت‌های مختلف برای هر کدام از عوامل در نظر گرفته شد. یعنی برای ۸ عدد عوامل مؤثر کلیدی مرحله قبل، برای هر کدام تعداد ۳ وضعیت مطلوب، ایستا و بحرانی در نظر گرفته شد و ۲۴ وضعیت مختلف در نظر گرفته شد.



گام هفتم: بر اساس ۲۴ وضعیت مختلف عوامل مؤثر کلیدی، به صورت ماتریسی اثرات سطر بر ستون توسط ۱۰ نفر از خبرگان بین محدوده ۳- تا ۳+ نمره در نظر گرفته شد. (۳+ بیشترین اثرگذاری برای تقویت سطر به ستون و ۳- بیشترین محدود کننده سطر به ستون است). گام هشتم: نمرات اخذ شده از خبرگان در بخش ماتریس نرم افزار سناریو ویزارد وارد گردید و بهینه سازی صورت گرفت و سناریوهای ممکن، باورپذیر، محتمل و مطلوب ارائه گردید که در نهایت چهار سناریوی باورپذیر و محتمل ارائه گردید که از این چهار عدد، یک سناریو مطلوب، یک سناریو ایستا و دو سناریوی بحرانی بودند. گام نهم: در گام نهایی، سناریوی مطلوب مورد تجزیه و تحلیل و بحث قرار گرفت. نقاط قوت و ضعف مورد بحث قرار گرفت و راهبردهای کلان برای رسیدن به سناریوی مطلوب یعنی هدف تحقیق آنها ارائه شد.

۴- یافته های پژوهش

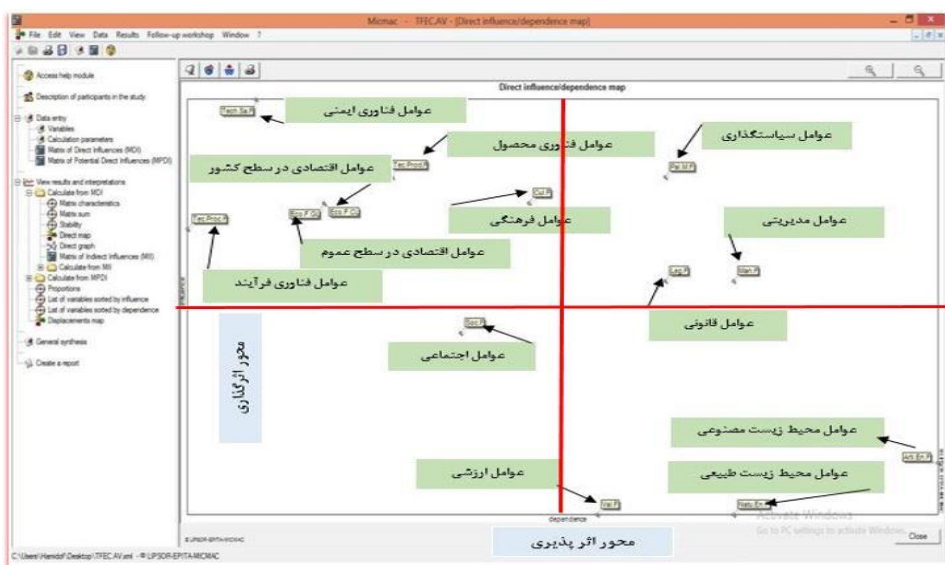
۴-۱- نتایج کد گذاری اولیه و مقوله بندی عوامل مؤثر خودروی خودران

جدول ۱. نتایج کد گذاری اولیه و مقوله بندی عوامل مؤثر

مقوله فرعی	مقوله اصلی	کد محوری
عوامل فرهنگی	عوامل اجتماعی و فرهنگی	عوامل مؤثر بر فناوری‌های خودروی خودران (۶ عدد مقوله اصلی، ۱۳ عدد مقوله فرعی)
عوامل اجتماعی		
عوامل محصولی	عوامل فناورانه	
عوامل فرآیندی		
عوامل ایمنی		
عوامل اقتصادی در سطح عموم مردم	عوامل اقتصادی	
عوامل اقتصادی در سطح کلان کشور		
عوامل مرتبط با محیط زیست طبیعی	عوامل محیط زیستی	
عوامل مرتبط با محیط زیست مصنوعی		
عوامل مدیریتی	عوامل مدیریتی و سیاسی	
عوامل سیاسی		
عوامل قانونی	عوامل قانونی و ارزشی	
عوامل ارزشی		

۲-۴- نمودار اثرگذاری مستقیم عوامل مؤثر خودروهای خودران بر یکدیگر

در نمودار شماره یک، اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم عوامل مؤثر بر خودروهای خودران نشان شده است:



نمودار ۱. اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم عوامل مؤثر بر خودروهای خودران

با توجه به موقعیت قرارگیری عوامل مؤثر در نمودار مذکور و مقدار اثرگذاری و اثرپذیری از تعداد ۱۳ عامل، تعداد ۱۰ عامل مطابق جدول شماره ۲ برای ادامه تحلیل در این پژوهش انتخاب گردیدند:

جدول ۲. عوامل مؤثر کلیدی بر خودروهای خودران

ردیف	نام متغیر	ردیف	نام متغیر
۱	عوامل فناوری محصول	۶	عوامل سیاستگذاری
۲	عوامل فناوری فرآیند	۷	عوامل مدیریتی
۳	عوامل فناوری ایمنی	۸	عوامل قانونی
۴	عوامل اقتصادی در سطح کشور	۹	عوامل فرهنگی
۵	عوامل اقتصادی در سطح عموم	۱۰	عوامل محیط زیستی

۳-۴- وضعیت محتمل عوامل مؤثر کلیدی بر خودروهای خودران

از میان ۱۰ عامل انتخاب شده در مرحله قبلی، چون عوامل فناوری محصول و فرآیند از لحاظ ماهیت به هم نزدیک بودند، لذا هر دو آیتم، یک آیتم در نظر گرفته شد. همچنین عوامل اقتصادی



در سطح کشور و عوامل اقتصادی در سطح عموم به لحاظ ماهیت به هم نزدیک بودند، این دو آیتم نیز یکی در نظر گرفته شد. در نهایت از ۱۰ عامل به ۸ عامل کاهش یافت. سپس برای این ۸ عامل با توجه به قوانین نرم افزار سناریو ویزارد برای هر کدام سه وضعیت مطلوب، ایستا و نامطلوب (به صورت نمونه به ترتیب با رنگ های سبز، زرد و نارنجی) در عوامل فناوری محصول و فرآیند در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. بقیه عوامل نیز به ترتیب اندیس های ۱، ۲ و ۳ با همین رنگ های سبز، زرد و نارنجی باید در نظر گرفته شوند.

جدول ۳. وضعیت محتمل عوامل مؤثر کلیدی بر خودروهای خودران

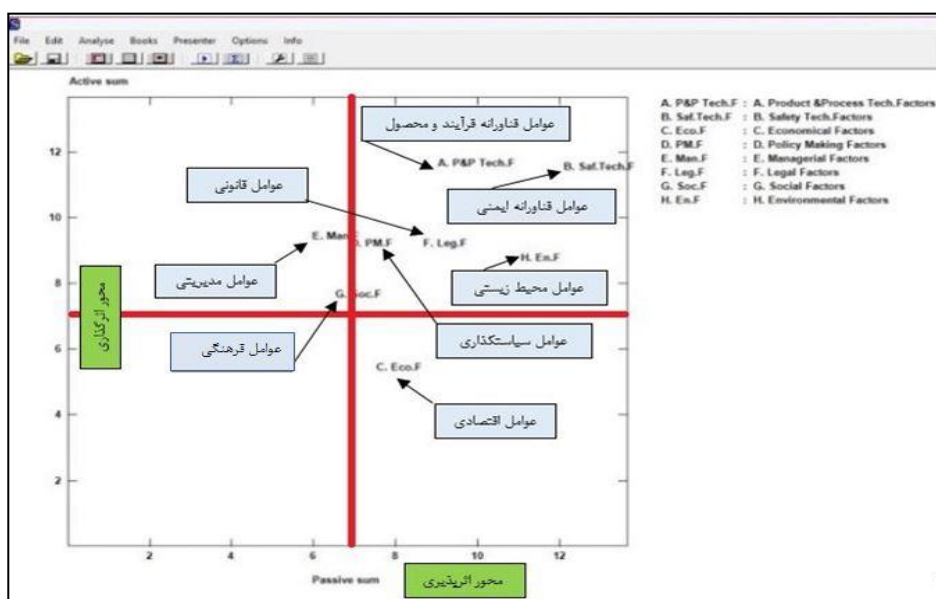
ردیف	نام عامل	وضعیت	نام وضعیت	ردیف	عوامل	وضعیت	نام وضعیت
۱	عوامل فناوری محصول و فرآیند	A ^۱	توسعه فناوریانه محصول و فرآیندهای خودروی خودران	۵	عوامل مدیریتی	E ^۱	مدیریت کارآمد سیستم حمل و نقل
			توسعه در حد سطح ۳ خودران			E ^۲	عدم تغییر موضوعات مدیریتی سیستم حمل و نقل
			عدم توسعه فناوریانه محصول و فرآیندهای خودروی خودران			E ^۳	مدیریت ناکارآمد
۲	عوامل فناوری ایمنی	B ^۱	افزایش ایمنی خودروهای خودران	۶	عوامل قانونی	F ^۱	بهبود قوانین مرتبط با سیستم حمل و نقل
		B ^۲	عدم تغییر در ایمنی خودروهای خودران			F ^۲	عدم تغییر قوانین مرتبط با سیستم حمل و نقل

ردیف	نام عامل	وضعیت	نام وضعیت	ردیف	عوامل	وضعیت	نام وضعیت
		B ^۳	کاهش ایمنی خودروهای خودران			F ^۳	تضعیف قوانین مرتبط با سیستم حمل و نقل
۳	عوامل اقتصادی	C ^۱	کاهش هزینه‌های استفاده برای جامعه	۷	عوامل فرهنگی	G ^۱	رشد فرهنگ جامعه
		C ^۲	عدم تغییر هزینه‌ها و ماندن در وضعیت قبل اقتصادی			G ^۲	عدم تغییر در فرهنگ جامعه
		C ^۳	افزایش هزینه‌های استفاده برای جامعه			G ^۳	کاهش فرهنگ جامعه
۴	عوامل سیاست‌گذاری	D ^۱	بهبود سیاست‌های مرتبط با سیستم حمل و نقل	۸	عوامل محیط زیستی	H ^۱	بهبود آلاینده‌گی
		D ^۲	عدم تغییر سیاست‌های مرتبط با سیستم حمل و نقل			H ^۲	عدم تغییر مقدار آلاینده‌گی
		D ^۳	تضعیف سیاست‌های مرتبط با سیستم حمل و نقل			H ^۳	افزایش آلاینده‌گی



۴-۴- محدوده اثرگذاری و اثرپذیری عوامل در یک سیستم تحلیلی

محدوده اثرگذاری و اثرپذیری همه هشت عامل مؤثر کلیدی در نمودار شماره ۲ ارائه شده است:



نمودار ۲. محدوده اثرگذاری و اثرپذیری همه ۸ عامل مؤثر

نمودار مذکور نشان می‌دهد که هفت عامل از هشت عامل مؤثر در محدوده دو وجهی یا محدوده روشن‌گر قرار گرفته‌اند و مفهوم آن این است که این عوامل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری خوبی هستند که عبارت‌اند از: (۱) عوامل فناوری ایمنی، (۲) عوامل فناوری و محصول و فرآیندی، (۳) عوامل محیط زیستی، (۴) عوامل قانونی، (۵) عوامل سیاستگذاری، (۶) عوامل مدیریتی، (۷) عوامل فرهنگی.

۴-۵- شناسایی سناریوی مطلوب

بعد از انتخاب ۲۴ وضعیت محتمل عوامل مؤثر کلیدی بر خودروی خودران (در نرم‌افزار سناریو ویزارد با عنوان واریانت^{۳۲} شناخته می‌شود) برای ۸ عامل شناسایی شده (در نرم‌افزار به‌عنوان دیزکریپتور^{۳۳} شناخته می‌شوند) در این مرحله این موضوع بررسی گردید که اگر هر کدام از وضعیت‌ها در آینده اتفاق بیفتد، چه تأثیری بر وقوع یا عدم وقوع سایر وضعیت‌ها خواهد گذاشت. لذا از خبرگان درخواست شد که برای مشخص نمودن هریک از وضعیت‌ها بر

اساس سه ویژگی: تقویت‌کننده، بی‌تأثیر و محدودیت‌ساز با یکی از اعداد ۳- تا ۳+ پرسشنامه ماتریسی را تکمیل کنند و سپس با نرم‌افزار سناریو ویزارد داده‌های مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت با توجه به بزرگ بودن ابعاد ماتریس ایجاد شده که برای ۲۴*۲۴ سناریوی ترکیبی، تعداد ۶۵۶۱ سناریوی ترکیبی مورد تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزار سناریو ویزارد قرار گرفت و ۴ عدد سناریوی باورپذیر و محتمل را با توجه به سه موضوع: ارزش سازگاری، ناسازگاری و مقدار اثر کل عوامل مؤثر معرفی نمود که این ۴ عدد سناریوی مذکور با توجه به تعداد بیشتر وضعیت‌های مطلوب به این شرح تقسیم‌بندی شدند:

۱) سناریوی خوش‌بینانه و مطلوب: یک عدد (سناریوی اول)، ۲) سناریوی بدبینانه و نامطلوب: یک عدد (سناریوی دوم)، ۳) سناریوهای ایستا: دو عدد (سناریوی سوم و چهارم).

جدول ۴. تابلوی چهار سناریوی باورپذیر و محتمل خروجی نرم‌افزار سناریو ویزارد

سناریوی شماره چهار	سناریوی شماره سه	سناریوی شماره دو	سناریوی شماره یک
A= عوامل فناوری محصول و فرایند A2= توسعه در حد سطح ۳ خودران	A= عوامل فناوری محصول و فرایند A3= عدم توسعه فناوریانه محصول و فرایندهای خودروی خودران		
B= عوامل فناوری ایمنی B3= کاهش ایمنی خودروهای خودران			
C= عوامل اقتصادی C2= عدم تغییر هزینه ها و ماندن در وضعیت قبل اقتصادی	C= عوامل اقتصادی C3= افزایش هزینه های استفاده برای جامعه		
D= عوامل سیاستگذاری D3= تضعیف سیاست های مرتبط با سیستم حمل و نقل			
E= عوامل مدیریتی E3= مدیریت ناکارآمد			
F= عوامل قانونی F3= تضعیف قوانین مرتبط با سیستم حمل و نقل			
G=عوامل فرهنگی G2= عدم تغییر در فرهنگ جامعه	G= عوامل فرهنگی G3= کاهش فرهنگ جامعه		
H= عوامل محیط زیستی H3= افزایش آلایندهگی			
H= عوامل محیط زیستی H1= بهبود آلایندهگی			

اطلاعات جدول مذکور یکی از مهمترین خروجی‌های نرم‌افزار سناریو ویزارد است، رنگ نارنجی نشانه وضعیت نامطلوب و بحرانی، رنگ زرد نشانه وضعیت ایستا و رنگ سبز نشانه



وضعیت مطلوب و خوش‌بینانه است. چون سناریوی شماره یک دارای بیشترین وضعیت مطلوب است، لذا به‌عنوان سناریوی مطلوب‌ترین شناخته می‌شود.

۵- بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

سؤال اصلی پژوهش، آینده‌نگاری خودروی بدون راننده با رویکرد سناریونویسی بود. از این جهت دارای اهمیت است که با سناریونگاری این فناوری می‌توان برای سناریوی آینده مطلوب آماده شد تا بتوان در موضوعات مختلف مرتبط، ابتکار عمل داشت. پیامدهای منفی این فناوری را حذف نمود و از پیامدهای مثبت نیز آگاه بود و در صورت نیاز برای تقویت آنها اقدامات مربوطه را انجام داد. ضمناً می‌توان سناریوهای نامطلوب را شناخت و از رویداد آنها جلوگیری نمود. پاسخ سؤال تحقیق این بود که یک سناریوی مطلوب، یک سناریوی نامطلوب و دو سناریوی ایستا شناخته شد. تعدادی از این استراتژی‌ها و اقدامات با توجه به نتایج این پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

الف) عوامل مؤثر بر فناوری خودروی بدون راننده به همراه مقولات اصلی، مقولات فرعی و کدهای اولیه مشخص شدند. عوامل مؤثر این فناوری در ۶ مقوله اصلی با عناوین: عوامل اجتماعی و فرهنگی، عوامل فناورانه، عوامل اقتصادی، عوامل محیط زیستی، عوامل سیاستی و مدیریتی و عوامل قانونی و ارزشی طبقه‌بندی شدند که همین ۶ عامل در ۱۳ بخش دیگر هستند که با دانستن این عوامل می‌توان دقیقاً برای تک تک شاخص‌ها از اکنون برنامه‌ریزی‌های مختلف در حوزه‌های مربوطه انجام داد تا رسیدن به سناریوی مطلوب محقق گردد. به‌طور نمونه در موضوعات مربوط به عوامل فرهنگی می‌توان آموزش‌های مربوط به موضوعات متنوع و مرتبط با خودروی خودران را برای اقشار مختلف مردم برگزار نمود تا پذیرش این فناوری برای مردم در آینده آسان‌تر شود. در خصوص عوامل فناورانه می‌توان تست‌های مختلف با توجه به شرایط محیطی متفاوت شهرهای مختلف کشور را انجام داد تا به لحاظ فناورانه این خودرو آمادگی‌های لازم برای شرایط مختلف را داشته باشد. در خصوص عوامل اقتصادی شناسایی شده در این تحقیق می‌توان نظرسنجی‌های مرتبط با موضوعات اقتصادی این فناوری را انجام داد تا بتوان برای قیمت‌گذاری خدمات این فناوری تصمیمات مقتضی با توجه به نظرات مردم گرفت. نتیجه دیگر این تحقیق، شناسایی عوامل محیط زیستی بود. به‌طور نمونه می‌توان استانداردهای مرتبط با محیط زیست کشور را تدوین نمود تا کشور آسیب‌های محیط زیستی از اجرای این فناوری نبیند. همچنین در مورد عوامل سیاستی و مدیریتی می‌توان در

سازمان‌های مختلف و مرتبط با این فناوری در جهت طراحی و توسعه زنجیره تأمین این فناوری اقدامات لازم را مبذول نمود. در نهایت نیز در مورد عوامل قانونی و ارزشی باید قوانین راهنمایی و رانندگی، قوانین مسئولیت، قوانین بیمه و موارد دیگر مرتبط با این فناوری را که کاملاً نسبت به خودروهای قدیمی با توجه به نداشتن راننده متفاوت است، با همکاری سازمان‌های مرتبط تدوین نمود.

ب) یکی دیگر از خروجی‌های این پژوهش مشخص شدن جایگاه این عوامل در نمودار اثرپذیری و اثرگذاری بود. به‌طور نمونه مشخص شد که عوامل فناورانه، عوامل اقتصادی و عوامل فرهنگی، از عواملی هستند که بالاترین مقدار اثرگذاری و همچنین کمترین مقدار اثرپذیری نسبت به عوامل دیگر دارند. این مفهوم یعنی باید بیشترین سرمایه‌گذاری را در این عوامل داشت تا بتوان بر سیستم اثر گذاشت.

ج) یکی از نتایج مهم پژوهش، تابلوی سناریوهای معرفی شده توسط نرم‌افزار سناریو ویزارد بود. در این تابلو مشخص گردید که از تعداد ۶۵۶۱ سناریوی ترکیبی، فقط ۴ سناریو با توجه به شرایط اعلام شده در بخش نتایج این پژوهش انتخاب گردیدند. از این ۴ سناریو به علت داشتن وضعیت مطلوب بیشتر، به‌عنوان سناریوی مطلوب توسط نرم‌افزار سناریو ویزارد معرفی شد. سناریوی دوم با توجه به وجود وضعیت‌های نامطلوب زیاد، به‌عنوان سناریوی بحرانی شناخته گردید (چون نرم‌افزار تأکیدی بر انتخاب سناریوهای مثبت ندارد و فقط با توجه به مقادیر تأثیرگذاری و تأثیرپذیری، سناریوها را انتخاب می‌نماید. لذا با توجه به مقادیر تأثیرپذیری بالا نیز در سناریوی بحرانی، احتمال انتخاب این سناریو در رتبه‌های بالا نیز وجود دارد. خبرگان و پژوهشگر باید تشخیص بدهند که آیا این سناریو را در پژوهش تجزیه و تحلیل نمایند یا خیر؟). همچنین سناریوی سوم و چهارم به عنوان سناریوهای ایستا معرفی شدند.

بنابراین با توجه به اینکه سناریو دوم دارای وضعیت‌های نامطلوب زیاد و سناریوی سوم و چهارم نیز دارای وضعیت نامطلوب متوسط می‌باشند و سرمایه‌گذاری بر روی موضوعات نامطلوب غیرمعقول به نظر می‌آید، لذا از بحث و ارائه پیشنهادات در خصوص این سه سناریو در این پژوهش صرف‌نظر می‌گردد. سناریوی مطلوب پژوهش حاضر به این صورت است که در ۸ عامل مؤثر شناسایی شده در این پژوهش، مشخص شده که در کدام وضعیت باید باشد تا به آینده مطلوب فناوری خودروی خودران دست یافت:



• بحث در خصوص عوامل فناورانه محصول و فرآیند برای رسیدن به سناریوی مطلوب:

به‌طور نمونه در عوامل فناورانه محصول و فرآیند بهترین حالت ممکن در این سناریو این است که فناوری خودروهای خودران که در پنج سطح یعنی از سطح صفر (بدون اتوماسیون) تا سطح پنجم (بدون راننده و خودران)، در سطح پنجم قرار بگیرد تا بتوان از مزایای این سطح استفاده نمود. در این سطح با توجه به حذف راننده باید امکانات متفاوتی برای خودرو فراهم نمود. یکی از این امکانات فراهم نمودن زیرساخت ارتباطی خودروها با همدیگر و همچنین محیط می‌باشد. سیستم‌های زیرساختی مانند سیستم اتصال خودرو به خودرو و سیستم اتصال خودرو به زیرساخت که باعث می‌شود خودروها به‌صورت آنلاین با همدیگر و همچنین کل شبکه شهری در ارتباط باشند که در مواقع تصمیم‌گیری بتوانند بهترین تصمیمات مقتضی را در راهبری خودرو بگیرند که همین عامل نتیجه‌اش کاهش تصادفات خودروها است. در این خصوص با مطلبی که در ادبیات پژوهش توسط KPMG در سال (۲۰۱۲) مطرح شده بود و همچنین تحقیق لونیتا که در سال (۲۰۱۷) انجام شده بود، همراستا می‌باشد. در تحقیق مذکور گفته شده بود که در حدود ۹۰ درصد، دلیل اصلی تصادفات خودروهای کنونی خطاهای انسانی می‌باشد که با حذف انسان می‌توان این تصادفات را کاهش داد. موضوع بعدی که برای کامل شدن این ارتباطات باید انجام شود، موضوع نقشه‌های ارتباطی شهرها می‌باشد. بنابراین باید نقشه‌های شهرها و جاده‌ها در چندین لایه اطلاعاتی در دسترس خودروهای بدون راننده قرار گیرد تا خودروها بتوانند در سیستم‌های ارتباطی از آنها استفاده نمایند. در این مورد با تحقیق احمد خان که در سال (۲۰۱۵) انجام شده است و در مرور پیشینه ادبیات به آن اشاره شده است، نتایج همراستا است. یکی دیگر از عواملی که در بخش نتایج این تحقیق استخراج شده است، توسعه هوش مصنوعی می‌باشد. خودروی بدون راننده در موقع زیادی باید تصمیم‌گیری‌های مختلفی داشته باشد که با توسعه هوش مصنوعی می‌توان به این موضوع مهم دست یافت. یعنی خودرو در هنگام تصمیم‌گیری‌های بحرانی بهترین حالت را در کمترین زمان ممکن انتخاب می‌نماید. موضوع بعدی که در مقوله فناورانه در بخش نتایج این تحقیق به آن اهمیت قائل شده است، گسترش اپلیکیشن‌ها و نرم‌افزارهای موبایلی مرتبط با خودروهای خودران می‌باشد. با توسعه در این بخش می‌توان شرایطی را برای مسافری و عابری فراهم نمود که با خودروهای بدون راننده برای انجام فعالیت‌های مختلف از جمله: رزرو خودرو، درخواست خدمات، ارتباط با خودرو در خیابان‌ها و موارد دیگر ارتباط داشته باشند تا باعث امنیت مسافران و عابری و همچنین خدمات‌رسانی بهتر برای آنها باشد. یکی دیگر از موضوعات

کسب شده در این تحقیق بحث اعتبارسنجی در هنگام استفاده از خودروی بدون راننده به عنوان مسافر است. لذا باید توسط سیستم‌های بیومتریک و اعتبارسنجی مورد تأیید قرار بگیرند تا اجازه استفاده از خودرو را داشته باشند. همه موارد فوق منوط به وجود چند عامل بسیار مهم مانند: پلتفرم بلاکچین و اینترنت عامل مخصوص خودروها است که نتایج تحقیق حاضر نیز است. لذا در این خصوص نیز واحدهای مرتبط با این آیتم‌ها باید از الان سیستم‌های پلتفرم بلاکچین و اینترنت خودروها را توسعه بدهند، زیرا اکثر موارد مطرح شده منوط به وجود این پلتفرم می‌باشد. زیرا این پلتفرم یک سیستم غیرمتمرکز و امنی می‌باشد که همه موضوعات از جمله: امنیت اطلاعات مسافری و امنیت خودرو را نیز می‌توان با آن فراهم نمود.

• **بحث در خصوص عوامل فناورانه ایمنی برای رسیدن به سناریوی مطلوب:**

عامل بعدی که از این تحقیق استخراج گردید و در سناریوی اول یعنی سناریوی مطلوب مؤثر است، عامل فناورانه ایمنی است. برای رسیدن به این هدف باید از همین مراحل طراحی و توسعه خودروهای خودران، انواع حملات سایبری به خودرو از جمله: حمله به سیستم‌های کنترلی خودرو، حمله به اطلاعات شخصی مسافران، حمله به شبکه زیرساخت خودروها، حمله به سیستم ارتباطات خودرو و سیستم‌های دفاع در برابر این حملات را شناسایی و راهکارهای آن ارائه گردد که سیستم خودران خودش بتواند در مواقع حمله سایبری از خودش و اطلاعات درون خود دفاع نماید. برای این مورد پیشنهاد می‌گردد که با ایجاد مراکز کنترل اضطراری در مواقع خطر و حملات سایبری، به صورت تخصصی خودروهای خودران را تحت کنترل داشت تا آسیب ناشی از حملات سایبری نبینند. ضمناً این امنیت را برای موبایل‌های مسافری در ارتباط با خودرو را نیز باید فراهم نمود تا هکرها از طریق موبایل مسافری نیز به سیستم‌های خودرو آسیب نزنند.

• **بحث در خصوص عوامل سیاست‌گذاری برای رسیدن به سناریوی مطلوب:**

عامل بعدی مستخرج از تحقیق حاضر که در سناریوی مطلوب انتخابی مؤثر است، عامل سیاست‌گذاری می‌باشد. در این مقوله یکی از موضوعات مهم که هم توسط خبرگان و هم در مرور ادبیات به آن پرداخته شده است، موضوع تعیین واحد مسئول در هنگام تصادفات خودروی خودران یا بدون راننده است. البته چون این خودرو در سطح اتوماسیون کامل دارای راننده نمی‌باشد، لذا تعیین مسئول تصادف کار بسیار مشکلی است. ضروری است قبل از اجرایی شدن این فناوری، این موضوع تعیین تکلیف شود. البته محققین کشورهای مختلف با توجه به قوانین کشور خودشان باید این آیتم را تصمیم‌گیری نمایند. مثلاً در جایی تمرکز روی



خودروساز است، در جایی دیگر مقصر را نرم‌افزارنویس می‌دانند. ولی در ادبیات تحقیق این موضوع هنوز متمرکز بر یک نتیجه نمی‌باشد. از آن جایی که قوانین حقوقی، قضائی و بیمه مسئولیت کشورها متفاوت است، به نظر می‌رسد محققین هر کشور با توجه به قوانین آن کشور باید تصمیم نهایی را بگیرند و سیستم‌های اجرایی آن را در خودروها و سازمان‌های مرتبط تعریف نمایند. ضمناً در مقایسه با مرور پیشینه ادبیات موضوع انجام شده نیز در تحقیقی که گیستقیلد در سال (۲۰۱۷) انجام داده است، نتیجه نهایی برای مسئول تصادفات خودروی بدون راننده اخذ نشده بود و هنوز در ابهام باقی مانده بود. لذا از این لحاظ با نتیجه این تحقیق نیز همراستا می‌باشد.

• **بحث در خصوص عوامل مدیریتی برای رسیدن به سناریوی مطلوب:**

یکی دیگر از عوامل مؤثر در سناریوی مطلوب مطابق خروجی نرم‌افزار سناریو ویزارد عوامل مدیریتی است. یکی از موضوعات این مقوله این است که مشخص شود که خودروسازان با چه نوع قراردادی و به چه صورت با شرکت‌های فناوری اطلاعات فعالیت مشترک نمایند. چون با توجه به تغییر پارادایم خودرو از حالت با راننده به خودروی بدون راننده، دیگر راننده اهمیت خود را از دست می‌دهد و آن چیزی که دارای اهمیت بالایی است، اطلاعات و دانش است. لذا خودروسازان باید با شرکت‌های فناوری اطلاعات به نحو مقتضی فعالیت نمایند تا اطلاعات تولید شده در این خودرو در کوتاه‌ترین زمان و با بالاترین کیفیت مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در این مورد پیشنهاد می‌گردد داده کاوی برای این اطلاعات خروجی از خودروها انجام شود تا دانش‌های تخصصی و بروز از آن استخراج شود تا در زمان‌های بعدی برای تصمیم‌گیری‌های مناسب استفاده شود. لذا لازم است تا خودروسازان و سازمان‌های مرتبط با این فناوری افراد متخصص داده کاوی یا دیتا ماینینگ را پرورش دهند تا در زمان اجرایی شدن این فناوری بتوانند فعالیت تخصصی نمایند. آیتم بعدی در این مقوله، فعالیت مشترک با شرکت‌های موبایل و همچنین فعالیت مشترک با استارت‌آپ‌ها می‌باشد. چون نحوه ارتباط مسافرین با خودروهای خودران توسط موبایل است، لذا این وسیله بسیار دارای اهمیت خواهد شد. بنابراین باید از الان این قراردادها مورد بررسی تخصصی قرار گیرد و همه ملاحظات مختلف و تخصصی در آن گنجانده شود.

• **بحث در خصوص عوامل قانونی برای رسیدن به سناریوی مطلوب:**

عوامل قانونی نیز از عوامل مفید برای سناریوی مطلوب این تحقیق می‌باشد. در این مقوله باید قوانین مرتبط با این فناوری جدید خودران را تدوین نمود. چون به لحاظ تغییر ماهیت با

خودروهای قدیمی که همیشه یک راننده در پشت فرمان قرار گرفته متفاوت است. لازم است موضوعاتی از قبیل جریمه خودرو در هنگام تخلف مشخص باشد که کدام سازمان یا شخص باید آنرا پرداخت نماید. دستورالعمل مرتبط با مقررات ایمنی برای جلوگیری از ترافیک نوشته شود. همچنین با توجه به اینکه در جاده‌ها علائم دیگر توسط یک انسان قرار نیست خوانده شود، لازم است که مشخص گردد علائم با چه فناوری‌هایی طراحی و نصب گردند که قابل شناسایی توسط یک خودروی بدون راننده و تمام اتوماتیک باشد تا از تصادفات جلوگیری شود. در این خصوص پیشنهاد می‌گردد سازمان‌های مختلف از جمله پلیس، نیروهای متخصص فنی و مهندسی را از الان پرورش دهند تا در این مقوله بتوانند در این ارگان مشغول به خدمت باشند.

• **بحث در خصوص عوامل محیط زیستی برای رسیدن به سناریوی مطلوب:**

یکی از عوامل بسیار مهم که از اهداف استراتژیک این فناوری نیز می‌باشد و به آن در پیشینه ادبیات و همچنین توسط خبرگان این تحقیق تأکید زیادی شده است، عوامل محیط زیستی می‌باشد. در اینجا نیز یکی از خروجی‌های نرم‌افزار سناریو ویزارد برای رسیدن به سناریوی مطلوب است. یکی از راه‌های موفقیت در مقوله محیط زیست، موضوع آموزش موضوعات محیط زیست به مردم و سازمان‌های مرتبط با این فناوری است تا با دانستن علم کافی بتوانند در هنگام تصمیم‌گیری برای استفاده از خودرو، تصمیم مقتضی خوبی بگیرند تا کمتر دچار آسیب به محیط زیست شوند. از طرفی دیگر سازمان‌های تولیدی از موادی در این خودروها استفاده نمایند که به محیط زیست آسیب نزنند. همچنین راه دیگر این است که در این خودروها از تبلیغات برای جلوگیری از تخریب محیط زیست استفاده شود. بحث ترافیک و ماندن در ترافیک از موضوعات مهم دیگری است که به محیط زیست آسیب می‌زند. لذا در این خصوص نیز باید قوانین خاصی برای استفاده از خودروی خودران تدوین نمود تا مردم دچار این ابهام نشوند که حالا که خودرو بدون راننده است، می‌توانند نهایت استفاده را نمایند و غافل از این نشوند که برق تولیدی برای باتری خودروهای خودران نیز می‌تواند به محیط زیست آسیب بزند.

نتیجه‌گیری: بنابراین با توجه به نتایج اخذ شده در بخش نتایج تحقیق و بحث‌های صورت گرفته از مناظر متفاوت و همچنین مقایسه‌های انجام شده با تحقیقات مرور شده در پیشینه ادبیات تحقیق، و وجود آینده‌های متفاوتی از قبیل آینده‌های ممکن، باورپذیر، محتمل و مطلوب می‌توان نتیجه گرفت که باید از الان به سمت آینده مطلوب پیش رفت. برای رسیدن به آینده



مطلوب باید سناریوی مطلوب که در این تحقیق پیشنهاد گردید را سر لوحه کار قرار داد. برای رسیدن به سناریوی مطلوب باید موارد مختلفی را از الان شروع به انجام آن نمود. عواملی از قبیل: الف) عوامل فناورانه مرتبط با محصول نهایی خودروی خودران به طور مثال فراهم نمودن زیرساخت‌های ارتباط خودرو با خودرو یا ارتباط با زیرساخت شبکه شهری، فرآیند طراحی و توسعه این فناوری، ب) موضوعات مرتبط با ایمنی این فناوری مانند جلوگیری از حملات سایبری به خودروی خودران، ج) عوامل اقتصادی به طور نمونه در نظر گرفتن هزینه ارائه خدمات این فناوری به مردم، د) عوامل مرتبط با تصمیم‌گیری‌های در سطح کلان برای این فناوری به طور مثال وزارت راه و شهرسازی و پلیس کشور، ه) مسائل مدیریتی مربوط به سازمان‌های مرتبط با این فناوری از قبیل: خودروسازان، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و شرکت‌های موبایلی، و) عوامل مدیریتی از قبیل نحوه ارتباط خودروسازان با شرکت‌های فناوری اطلاعات، و) عوامل قانونی از قبیل تدوین دستورالعمل‌های مرتبط با این فناوری به طور نمونه قوانین جدید راهنمایی و رانندگی در جاده‌ها، ط) عوامل فرهنگی مانند نحوه پذیرش فناوری توسط مردم و در نهایت نیز ظ) عوامل مرتبط با محیط زیست کشور مانند آموزش مردم و تولیدکننده‌ها در خصوص موضوعات محیط زیستی.

۶- پی‌نوشت‌ها

- ^۱ Strategic Highway Research Program(SHRP^۲)
- ^۲ Productivity
- ^۳ Medical Costs
- ^۴ Legal and Court Costs
- ^۵ Workplace Losses
- ^۶ Emergency Service Costs
- ^۷ Congestion Burden
- ^۸ Insurance Administration Costs
- ^۹ Property Damage
- ^{۱۰} Autonomous Intelligent Cars (AICs)
- ^{۱۱} Automatic Vehicles (AVs)
- ^{۱۲} Autonomous Cars (ACs)
- ^{۱۳} Robotic Cars(RCs)
- ^{۱۴} Drivingless Cars(DCs)
- ^{۱۵} Society of Automotive Engineers(SAE)
- ^{۱۶} Organization of Motor Vehicle Manufacturer(OICA)
- ^{۱۷} German Federal Highway research Institute(BASt)
- ^{۱۸} US National Highway Traffic Safety Administration(NHTSA)
- ^{۱۹} Cross-Impact Balances(CIB)
- ^{۲۰} Szigeti
- ^{۲۱} Lonita
- ^{۲۲} Barabas

^{۲۳} Tort
^{۲۴} Geistfeld
^{۲۵} Haboucha
^{۲۶} Regular Car
^{۲۷} Ahmed Khan
^{۲۸} InfoRank
^{۲۹} Fraedrich
^{۳۰} Ontology
^{۳۱} Epistemology
^{۳۲} Variant
^{۳۳} Descriptor

۷- منابع

- [۱] Dingus, T. A., Neale, V. L., Klauer, S. G., Petersen, A. D., & Carroll, R. J. (۲۰۰۶). "The development of a naturalistic data collection system to perform critical incident analysis, An investigation of safety and fatigue issues in long-haul trucking". *Accident Analysis & Prevention*, ۳۸, ۱۱۲۷-۱۱۳۶.
- [۲] Klauer, S.G., et al.(۲۰۰۶): "The impact of driver inattention on near crash/crash risk: an analysis using the ۱۰۰-car naturalistic driving study data". *Analysis*, ۲۲۶ (۲۰۰۶).
- [۳] NHTSA (۲۰۱۷b, ۶ October). "USDOT releases ۲۰۱۶ fatal traffic crash data". Retrieved from <https://www.nhtsa.Gov/press-releases/usdot-releases-2016-fatal-traffic-crash-data>.
- [۴] NHTSA (۲۰۱۲). "۲۰۱۰ motor vehicle crashes: overview". *US Department of Transportation*, Washington, DC, Research Note, DOT HS ۸۱۱, ۵۵۲."
- [۵] KPMG, (۲۰۱۲). "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>.
- [۶] kalantari, E., Montazer, G., Ghazinoory, S. (۲۰۲۱). "Structural Modeling of Properties and Factors Affecting Science and Technology Collaborative Policy Network in Iran". *Management Research in Iran*, ۲۵(۳), ۱-۲۴.
- [۷] Jorge, D., Correia, G., Barnhart, C. (۲۰۱۴). "Comparing optimal relocation operations with simulated relocation policies in one-way carsharing systems". *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* ۱۵ (۴), ۱۶۶۷-۱۶۷۵.
- [۸] Spieser, K., Treleaven, K., Zhang, R., Frazzoli, E., Morton, D., Pavone, M., (۲۰۱۴). "Toward a systematic approach to the design and evaluation of automated mobility-on-demand systems, A case study in Singapore". In *Road Vehicle Automation*. Springer, pp. ۲۲۹-۲۴۵.
- [۹] Manyika J, Chui M, Bughin J, Dobbs R, Bisson P, Marrs A. (۲۰۱۳). "Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy". *McKinsey Global Institute New York*.
- [۱۰] Khamseh, A., Pilvari, N., Neyrizi, Z. (۲۰۱۹). Assessment and Prioritization of Effective Factors on Technology Intelligence in the Power Plant Industry (Case Study: MAPNA Power Plants Construction & Development Company, MD-۱). *Future study Management*, ۳۰(۱۱۶), ۸۷-۹۸.



- [۱۱] Gora, P., Rub. I. (۲۰۱۶). "Traffic Models for Self-driving Connected Cars". *Transportation Research Procedia*, 14 (2016) 2207–2216. Doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.236.
- [۱۲] Jorge, D., Correia, G., Barnhart, C. (۲۰۱۴). "Comparing optimal relocation operations with simulated relocation policies in one-way carsharing systems". *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 15 (4), 1667–1675.
- [۱۳] Bonneau, V., Yi, H., Probst, L., Pedersen, B. and Lonkeu, O.-K. (۲۰۱۷). "Autonomous cars: a big opportunity for European industry", *Digital Transformation Monitor (European Commission)*, available at: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/content/autonomouscars-big-opportunity-european-industry> (accessed ۱ June ۲۰۱۷).
- [۱۴] Ahn Jinsoo., Kim, Young Yong., and 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, 8, 2112; doi:10.3390/app8112112.
- [۱۵] See Madeleine de Cock Buning, Lucky Belder & Roeland W. de Bruin. (۲۰۱۶). Working paper: "Mapping the Legal Framework for the introduction into Society of Robots as Autonomous Intelligent Systems", at p. ۳-۴, available on the Internet at http://www.caaai.eu/wp-content/uploads/2012/08/Mapping-L_N-fw-for-AIS.pdf (last accessed on ۲۸ January ۲۰۱۶).
- [۱۶] US Department of Transportation. (۲۰۱۵). "Connected Vehicle Frequently Asked Questions". Retrieved Oct. ۲۰۱۵ from, http://www.its.dot.gov/connected_vehicle/connected_vehicles_FAQs.htm.
- [۱۷] Zanchin, B.C.; Adamshuk, R.; Santos, M.M.; Collazos, K.S. (۲۰۱۷). "On the instrumentation and classification of autonomous cars". In *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, Banff, AB, Canada, ۵–۸ October ۲۰۱۷; pp. ۲۶۳۱–۲۶۳۶.
- [۱۸] Rosenzweig, J.; Bartl, M. (۲۰۲۱). "A Review and Analysis of Literature on Autonomous Driving". Available online: https://michaelbartl.com/wp-content/uploads/Lit-Review-AD_MoI.pdf (accessed on ۲۰ January ۲۰۲۱).
- [۱۹] Martin, B. R. (۱۹۹۱). "Foresight in science and technology. Technology analysis & strategic management". ۱(۱), ۱۱۹-۱۱۱.
- [۲۰] UNIDO, Turkish Scientific Research Council, Technology Foresight for Organizer Training Course for Black Sea States cooperation Countries and the Newly Independent economic. Monzavi, Masoud, Defense Industries Educational and Research Institute, Defense Science and Technology Futures Research Center, Tehran, Iran. ۲۰۱۳.
- [۲۱] Schwartz, P. (۲۰۱۲). "Art of Fiction: Planning for the Future in an Uncertain World". (Aziz Alizadeh's Translation), *Defense Research Educational Research Institute*, Tehran.
- [۲۲] Szigeti, Szilard., Csiszar, Csaba, Foldes, David. (۲۰۱۷). "Information Management of Demand-Responsive Mobility Service Based on Autonomous Vehicles". *10th International Scientific Conference Transbaltica* ۲۰۱۷: Transportation Science Technology.

- [۲۳] Lonita, Silviu., “Autonomous vehicles: from paradigms to technology”. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 252 (2017) 012098 doi:10.1088/1757-899X/252/1/012098.
- [۲۴] Barabas, I., Todorut, A., Cordos, and N., Molea, A. (۲۰۱۷). “Current Challenges in autonomous driving”. *JOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 252(2017) ۰۱۲۰۹۶ doi: ۱۰.۱۰۸۸/۱۷۵۷-۸۹۹۹X/۲۵۲/۱/۰۱۲۰۹۶.
- [۲۵] Geistfeld, Mark A. (۲۰۱۷). “A Roadmap for Autonomous Vehicles: State Tort Liability, Automobile Insurance, and Federal Safety Regulation”. (۲۰۱۷). DOI: <https://dx.doi.org/۱۰.۱۵۷۷۹/Z۳۸۴۱۶SZ۹R> Copyright © ۲۰۱۷ California Law Review, Inc. California Law Review, Inc. (CLR) is a California nonprofit corporation. CLR and the authors are solely responsible for the content of their publications.
- [۲۶] Haboucha, C. J., Ishaq, R., & Shiftan, Y. (۲۰۱۷). “User preferences regarding autonomous vehicles”. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 78, ۳۷-۴۹.
- [۲۷] Sardari, A., Karampour, A., Aghamousa Tehrani, M. (۲۰۲۱). “Recognizing Facilitator factors affecting export of technology-oriented goods”. *Management Research in Iran*, ۲۰(۴), ۱-۲۲.
- [۲۸] Ahmed Khan, Junaid., Ghamri-Doudane, Yacine., Botvich, Dmitri.(۲۰۱۶). “Autonomous Identification and Optimal Selection of Popular Smart Vehicles for Urban Sensing” . An Information-centric Approach, ۰۰۱۸-۹۵۴۵ (c) ۲۰۱۶ IEEE. Personal use is permitted, but republication/redistribution requires IEEE permission. See http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html for more information.
- [۲۹] Fraedrich, Eva., Heinrichs, Dirk., Bahamonde-Birke, Francisco J., and Cyganski, Rita.(۲۰۱۸). “Autonomous driving, the built environment and policy Implications”. *Transportation Research Part A*, <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.tra.۲۰۱۸.۰۲.۰۱۸>.