Volume 15, Number 1, Spring 2022

Journal of

Science & Technology Policy

Implementation of Technology Strategy for Autonomous Vehicle Technologies by Attractiveness and Capability Matrix Approach

Hamid Hanifi[1], Adel Azar[2*], Manouchehr Manteghi[3]

1- Department of Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Department of Industrial Management, Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
3- University of Industrial Management and Engineering Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

One of the main causes of accidents in current cars are drivers, which can be caused by human limitations such as vision, fatigue and distraction. One of the ways to reduce these accidents is to remove the driver from driving. Another challenge of cars is the issue of pollution. For example, more than 90% of carbon monoxide gas is one of the most important air pollutants produced by motor vehicles in Tehran. Therefore, the autonomous vehicle or driverless car is being designed and developed in recent years in developed countries, which can reduce accidents and reduce pollution. Considering the need of autonomous vehicle like any other advanced technologies for technological, social, economic and managerial infrastructures, it is necessary to provide this preparation from now on. The purpose of this research was to compile a technology strategy for the key technologies of autonomous vehicle. The research method was such that after identifying the key technologies of the autonomous vehicle, and forming the attractiveness matrix and capability matrix for these technologies, a technology strategy was prepared for them. The result of the research was that a technology strategy was prepared for 40 technologies. According to the placement areas of these technologies in four different sections of the diagram, different analysis was done for them. For example, in the first area of this diagram, it was determined that 8 out of 40 autonomous vehicle technologies will have high capability and high attractiveness. Their names are as follows: artificial intelligence technology, car cognitive internet technology, fifth generation internet technology for connected autonomous vehicles, internet of things technology in the automotive industry, Blockchain technology platform, technologies related to electric cars, improving the advanced driver assistance system and navigation control module technology. In the second area of this diagram, there are 26 technologies with high capability and low attractiveness, and in the fourth area, there are 6 technologies with low capability and low attractiveness. Also, in the research process, in addition to the main result of the research, other sub results were also obtained. The main objectives autonomous vehicles, the identified technologies of the autonomous vehicle, the technology attractiveness matrix and also the capability matrix were among the sub results of this research. The results of this research can be useful for preparing organizations related to autonomous vehicle technology in the future for development in Iran or even for importing autonomous vehicle technology from industrialized countries.

Keywords: Technology Strategy, Autonomous vehicle, Technology Foresight, Driverless Car, Connected Smart Car.

* Corresponding author: Azara@modares.ac.ir

فصلنامه علمی-پژوهشی

سیاست علم و فناوری

سال پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

تدوین راهبرد فناوری‌های خودروی خودران با رویکرد ماتریس جذابیت – توانمندی

حمید حنیفی[۱]، عادل آذر[۲*]، منوچهر منطقی[۳]

۱- دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.

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

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

چکیده

رانندگان از دلایل اصلی تصادفات در خودروهای کنونی هستند که می تواند ناشی از محدودیت های انسانی مانند بینایی، خستگی و حواس پرتی باشد. یکی از راه حل‌های کاهش این حوادث، حذف راننده از رانندگی است. بنابراین فناوری خودروی خودران یا بدون راننده در سالهای اخیر در حال طراحی و توسعه است. با توجه به نیاز فناوری خودروی خودران مانند هر فناوری پیشرفته دیگر به زیرساخت فناورانه، اجتماعی، اقتصادی و مدیریتی، لازم است از الان این آمادگی فراهم گردد. هدف از این تحقیق، تدوین راهبرد فناوری برای فناوری های کلیدی آینده خودروی خودران بود. روش تحقیق به این صورت بود که بعد از شناسایی فناوری های کلیدی خودروی خودران، و تشکیل ماتریس جذابیت و ماتریس توانمندی برای این فناوری ها، تدوین راهبرد فناوری برای آنها انجام شد. نتیجه تحقیق این بود که برای ۴۰ مورد از فناوری های خودروی خودران، تدوین راهبرد فناوری انجام گردید. با توجه به نواحی قرارگیری این ۴۰ فناوری در چهار بخش مختلف نمودار تدوین راهبرد فناوری، تجزیه و تحلیل متفاوت برای آنها صورت گرفت. در ناحیه اول این نمودار، تعداد ۸ فناوری با توانمندی بالا و جذابیت بالا، و در ناحیه دوم این نمودار، تعداد ۲۶ فناوری با توانمندی بالا و جذابیت پایین، و در ناحیه چهارم، تعداد ٦ فناوری با توانمندی پایین و جذابیت پایین قرار گرفتند. ضمنا در فرآیند تحقیق، نتایج فرعی دیگری نیز مانند: اهداف کلان و فناوری های کلیدی خودروی خودران، ماتریس جذابیت و ماتریس توانمندی فناوری کسب گردید که این نتایج فرعی نیز تجزیه و تحلیل شد.

کلیدواژه‌ها: راهبرد فناوری، خودروی خودران، آینده نگاری فناوری، خودروی بدون راننده، خودروی هوشمند متصل.

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

Hanifi, H., Azar, A., & Manteghi, M. (2022). **Implementation of Technology Strategy for Autonomous Vehicle Technologies by Attractiveness - Capability Matrix Approach.** *Journal of Science & Technology Policy*, 15(1), 87-102. {In Persian}.
DOI: 10.22034/jstp.2022.13930

۱- مقدمه

در سند تحول راهبردی علم و فناوری کشور، فناوری، نتیجه تولید علمی و کاربردی ساختن آن تعریف شده است [۱]. فناوری، محصول فعالیت‌های تحقیقاتی و صنعتی بنگاه‌ها است که در طول زمان به دست آمده و ویژگی انباشتی و وابستگی به مسیر دارد [۲]. فناوری می‌تواند در قالب محصولات، تولید، خدمات یا حتی بازاریابی باشد، اما به هر حال استفاده از فناوری یا تجاری‌سازی آن در خلق ثروت، توسعه فناوری و اقتصاد مهم است [۳]. یکی از فناوری‌های مهم بشر در طول تاریخ وسایل نقلیه بوده که بشر از آن برای

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: azara@modares.ac.ir

جابجایی استفاده می‌نماید. ولی وسایل نقلیه علاوه بر مزیت هایی که دارند، دارای چالش‌هایی از قبیل تصادفات، آلایندگی ها، مصرف انرژی‌های فسیلی و موارد دیگر هستند. چالش اول در وسایل نقلیه، بحث تصادفات است. از دهه ۱۹۷۰تاکنون، به دلیل محدودیت‌های انسانی مانند بینایی، خستگی و موارد دیگر، حوادث رانندگی کاهش نیافته است [٤]. برای مثال فقط در سال ۲۰۱۵ آمارها نشان می‌دهد که بیش از شش میلیون تصادف وسایل نقلیه در ایالات متحده امریکا رخ داده که از این تعداد ۲۷٪ منجر به مرگ یا جراحت شده است [۵]. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی در مورد تصادفات جاده‌ای در سال ۲۰۱۸، تلفات رانندگی در جاده‌ها تعداد ۱/۳۵ میلیون نفر بوده است؛ به طوری که هر ٢٤ ثانیه یک نفر در جهان کشته می‌شود. مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای به عنوان یکی از عوامل شایع مرگ‌ومیر در بسیاری از مناطق به ویژه کشورهای درحال‌توسعه در رده‌های سنی ۵ تا ٢٤ سال بیشترین آمار را دارد. کشورهای کم‌درآمد و متوسط، کمتر از نیمی از وسایل نقلیه جهان را در اختیار دارند. با این وجود، بیش از نود درصد از کل مرگ و میرهای رانندگی را در بر می‌گیرند. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، ایران با برآورد نرخ ۲۰/۵ مرگ در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت در رتبه ۱۱۳ از ۱۷۵ کشور قرار داشته که رتبه خوبی نبوده و نیازمند برنامه‌ریزی و همکاری دستگاه‌های اجرایی متولی در جهت کاهش این رتبه است. آسیب‌های ناشی از تصادفات جاده‌ای در ایران نیز یکی از پنج علت مهم مرگ ومیر به شمار می‌رود. بنابراین در برنامه‌های توسعه کشور این موضوع مورد توجه قرار گرفته و از دستگاه‌های مربوطه خواسته شده تا در جهت کاهش تلفات و حوادث جاده‌ای اقدامات لازم صورت گیرد [٦]. در خصوص موضوع ایمنی و تصادفات می‌توان گفت از آنجا که رفتار راننده تحت تاثیر عوامل مختلف فردی از قبیل: جنسیت، سن، تجربه، پرخاشگری راننده و... است، الگوسازی راننده هنوز هم کار بسیار مشکلی است. امیدوارکننده‌ترین ایده برای رفع خطای رفتاری راننده، ممکن است رهایی کامل راننده از رانندگی باشد؛ یعنی توسعه خودروهای خودران [۷].

چالش دوم مطرح در مورد وسایل نقلیه، بحث آلایندگی‌ها است. برای مثال، در تهران بیش از ۹۰٪ گاز مونواکسیدکربن به عنوان یک آلاینده مهم هوا توسط وسایل نقلیه موتوری تولید می‌شود. همچنین، گزارش شده که دلیل حدود ۸۰٪ از آلودگی هوای ایران، وسایل نقلیه موتوری است [۸ و ۹]. لذا استفاده از خودروهای هیبریدی برای کاهش آلودگی پیشنهاد شده است. در این خودروها بازدهی بسیار بالا بوده و میزان تولید آلودگی کاهش یافته است. به همین دلیل در دنیا بسیاری از کارخانه‌ها از سال ۱۹۹۹، تولید خودروهای هیبریدی را به صورت انبوه آغاز کرده‌اند [۱۰]. گازهای گلخانه‌ای با اثر مستقیم شامل دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروژن می‌باشند. بیشترین تولیدکنندگان دی‌اکسیدکربن از مصرف انرژی در دنیا به ترتیب کشورهای چین، آمریکا و روسیه با انتشار ۸۷۱۵، ۵٤۹۰ و ۱۷۸۸ میلیون متریک تن دی‌اکسیدکربن می باشند. در ایران نیز با انتشار ٦٢٤ میلیون متریک تن دی اکسیدکربن، هفتمین رتبه را در میان کشورهای تولیدکننده دی اکسیدکربن در دنیا به خود اختصاص داده است. مطابق برآوردهای صورت‌گرفته میزان انتشار جهانی دی‌اکسیدکربن از حدود ۲۱ میلیارد متریک تن در سال ۱۹۹۰ به حدود ٤۰ میلیارد متریک تن در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید [۱۱]. در این خصوص یعنی بحث آلاینده‌ها می‌توان بیان نمود که خودروهای خودران قادر به شناسایی محیط‌های خود و هدایت شرایط ترافیکی مختلف با ورودی کم و یا هیچ انسانی هستند [۱۲]. با کاهش ورودی یک اپراتور انسانی، خودروهای خودران این قابلیت را دارند که باعث کاهش حجم ترافیک شوند که خود باعث بهبود راندمان سوخت، کاهش آلودگی هوا می‌شود [۱۳]. به طور مثال در استرالیا، صرفه‌جویی در هزینه مربوط به تصادفات صرفاً در حدود ١٦ میلیون دلار در سال برای جمعیت ۲۵ میلیونی تخمین زده می شود [١٤]. بنابراین توسعه خودروهای خودران احتمالاً بتواند باعث کاهش آلاینده‌ها نیز شود.

چالش سوم وسایل نقلیه، بحث عدم‌وجود کارآیی مناسب سامانه‌های حمل‌ونقل و مصرف انرژی‌های فسیلی است که در دنیا و کشور ایران مطرح است. در حال حاضر بخش حمل ونقل با حدود ۲۵٪ از میزان کل مصرف نهایی انرژی در کشور ایران به ترتیب پس از بخش خانگی دومین بخش مصرف‌کننده انرژی محسوب می‌شود. البته با عنایت به گستردگی و نیاز ذاتی فعالیت‌های اقتصادی به حمل‌ونقل بار

و مسافر این بخش بزرگترین بخش مصرف‌کننده در جهان است. در مقایسه با سایر کشورهای دنیا و متوسط‌های جهانی، شاخص‌های کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل کشور فاصله زیادی با استانداردها دارد. در این میان استفاده از سوخت‌های جایگزین، توسعه شبکه‌های هوشمند کنترل ترافیک و ارتقای سطح فناوری می‌تواند کمک شایانی در مدیریت مصرف سوخت در این بخش نماید. خودروهای تمام الکتریکی که توان آن‌ها توسط باتری تأمین می‌شود و درصورتی‌که انرژی برق الزام برای شارژ باتری‌ها با استفاده از روش‌های بدون تولید دی‌اکسیدکربن فراهم شود، در عمل می‌تواند میزان انتشار دی‌اکسیدکربن از بخش حمل‌ونقل را حذف نماید و یا به حداقل مقدار ممکن برساند. بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ انتظار می‌رود کاهش‌های بیشتری با استفاده از فناوری قوای محرکه هیبرید الکتریکی به انجام برسد. خودروی هیبریدی خودرویی است که از دو یا چند منبع انرژی مشخص به منظور حرکت استفاده می‌کند و نوع متداول‌تر آن خودروی هیبرید الکتریکی است که از یک موتور احتراق داخلی و یک یا چند موتور الکتریکی به منظور تامین قدرت حرکت استفاده می‌کند. یک سامانه هیبرید الکتریکی کامل ترکیبی از یک سامانه ذخیره‌سازی باتری و یک موتور الکتریکی برای تحویل قدرت به چرخ‌ها با منبع تولید توان مانند یک موتور احتراق داخلی می‌باشد. فناوری خودروهای هیبریدی کنونی حداکثر تا ۵۰٪ صرفه‌جویی در مصرف سوخت ایجاد می‌کنند [۱۵]. از آنجا که سامانه‌های هیبریدی از انرژی الکتریکی به جای سوخت استفاده می‌کنند، توانایی کاهش ۳۰-۸۰٪ مصرف را دارند [۱۶]. چون سامانه مولد قدرت خودروهای خودران از نوع الکتریکی یا هیبریدی است، توسعه خودروهای خودران احتمالاً بتواند در موضوع کاهش مصرف انرژی نیز موثر باشد. بنابراین با توجه به اهمیت خودروی خودران به دلیل احتمال اثر گذاری مثبت بر چالش هایی از قبیل ایمنی، آلایندگی‌ها و مصرف انرژی در دنیا و همچنین کشور ایران که در مطالب بالا به سه مورد مهمتر آن اشاره گردید، یکی از راهکارها برای اثرگذاری بر موضوعات مطرح شده، داشتن نگرش راهبردی به فناوری می‌باشد. به طور مثال می‌توان به اقتصاد، پزشکی و یا اداره یک کشور و همینطور به فناوری می‌توان از منظر راهبرد نگریست [۱۷]. تعاریف مختلفی در خصوص راهبرد فناوری گفته شده که یکی از آن تعاریف توسط خلیل در سال (۲۰۰۰) ارائه شده، یعنی تعیین اولویت‌های سرمایه گذاری در زمینه توسعه فناوری با توجه به راهبرد کلان آن بنگاه یا سازمان [۱۸]. از ویژگی‌های بارز راهبرد فناوری، آینده‌نگری و آرمان‌گرایی است [۱۷]. تعریف دیگری که توسط دانیلا در سال (۱۹۸۹) ارائه شده، یک راهبرد وظیفه‌ای است که ترجمه و تفسیر راهبرد سازمان در حوزه فناوری است به طوریکه روش تحقق اهداف راهبردی سازمان را از طریق توسعه فناوری‌های سازمان تعیین می‌کند [۱۹].

بنابراین با جمع‌بندی صورت‌گرفته از مطالب مطرح‌شده، نویسندگان در این مقاله سعی دارند تدوین راهبرد فناوری برای فناوری های کلیدی خودروی خودران که در بالا به تعدادی از آنها اشاره شد را با استفاده از ماتریس جذابیت-توانمندی فناوری‌ها انجام دهند. با داشتن این نتایج، این امکان فراهم می‌شود که فناوری‌های خودروی خودران توسط سازمان‌ها یا بنگاه‌های مرتبط برای توسعه و یا حتی وارد نمودن خودروی خودران از کشورهای صنعتی برای کشور ایران فراهم گردد. توسعه این فناوری احتمالا بتواند بر موضوعاتی از قبیل ایمنی، آلایندگی ها، مصرف انرژی و موضوعات دیگر اثر مثبتی داشته باشد. ضمنا لازم به ذکر است که منظور از فناوری‌های کلیدی خودروهای خودران که در کشورهای صنعتی شروع به فراهم نمودن مقدمات برای توسعه آنها نموده اند موضوعاتی از قبیل زیر می‌باشند: مسائل ارتباطی خودروها با همدیگر که می تواند باعث افزایش بهره وری یک خودروی خودران شود [۲۰]. از دیگر موضوعاتی که در خودروهای خودران وجود دارد مسائل قانونی در زمان هایی است که خودرو اشتباه می‌کند. در زمان تصادف چه کسی مقصر است؟ اگر مالک خودرو در زمان تصادف خودرو در کنترلش نباشد آیا مقصر است؟ اگر او مقصر نیست، پس چه کسی مقصر است؟ نرم افزار نوشته شده توسط مهندسین مقصر است؟ البته بعضی صاحبنظران معتقدند پلتفرم بلاکچین بسیاری از این مسائل را حل خواهد کرد. نیاز است که دولت ها نظام‌های قانونی در خصوص این پلتفرم را کامل نمایند و هنوز به این مرحله نرسیده‌اند [۲۱]. به غیر از موارد فوق، ابهامات دیگری نیز در خصوص خودروهای خودران وجود دارد که باید قبل از ورود گسترده آن حل شوند.

محدوده تحقیق در سطح ملی و در کشور ایران است و نتایج تحقیق می‌تواند مورد استفاده در بنگاه‌ها و سازمان‌های مرتبط با فناوری خودروی خودران باشد: سازمان‌هایی از قبیل خودروسازان، قطعه‌سازان مرتبط با این صنعت، شرکت‌های دانش‌بنیان مرتبط با فناوری اطلاعات خودروی خودران، اداره راهنمایی و رانندگی، وزارت راه و شهرسازی و دیگر بنگاه‌ها و سازمان‌های مرتبط با این فناوری جدید.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

خودروی خودران: از سه عنصر تشکیل شده است: استقلال، هوش و اتومبیل. استقلال مربوط به سطح مداخلات انسانی لازم برای بهره برداری است. عنصر دوم هوش است. هوش مربوط به روشهایی است که یک سیستم می‌تواند محیط اطراف خود را درک و با آن سازگار گردد. عنصر سوم، اتومبیل است. اتومبیل‌ها وسیله نقلیه موتوری هستند که برای حمل و نقل کالا یا افراد و یا انجام خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۲].

راهبرد فناوری: تصمیمی است که بنگاه‌ها یا صنایع در رابطه با سرمایه گذاری، توسعه و بهره برداری از فناوری های خود در زمینه محصول یا فرآیند می گیرند [۲۳]. یعنی تعیین اولویت های تمرکز سرمایه در موضوعات مرتبط با توسعه فناوری با در نظر گرفتن راهبرد کلان یک سازمان یا صنعت [۱۸].

در خصوص فناوری‌های مختلف خودروهای خودران، تحقیقات مختلفی صورت گرفته است که به تعدادی از آنها اشاره می شود. به طور نمونه تحقیقی با عنوان خودروهای خودران: از پارادایم تا فناوری، توسط لونیتا در سال ۲۰۱۷ انجام شده است. در این تحقیق موارد زیر مطرح و بررسی شدند: ۱) ترکیب و تلفیق فناوری‌های مختلفی از قبیل: الکترونیک، ارتباطات، مکاترونیک، مهندسی نرم افزار و هوش مصنوعی برای خودروهای خودران. ۲) ایمنی خودروی خودران. ۳)طبقه بندی سیستم‌های مشاور راننده پیشرفته[1] طبقه بندی. ٤) سنسورها و یکپارچه شدن آنها در خودرو. ۵) ارتباط خودروهای خودران [٢٤]. در تحقیقی دیگر با عنوان سازگاری و چالش‌های خودروهای خودران برای عابران پیاده در شهرهای چین توسط وانگ و دیگران در سال ۲۰۲۰ انجام شده است. این تحقیق رفتارهای عادی عابران پیاده چینی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. نتایج نشان داد که عابران چینی خودروهای خودران را به خوبی نمی پذیرند و اکتشافات بیشتری باید در مورد تعامل استاندارد انسان و ماشین و تحقیقات پذیرش فناوری مبتنی بر ملت باید انجام شود [۲۵]. البته نتایجی که در تحقیق مذکور گرفته شده با توجه به عوامل فرهنگی کشورها می تواند متفاوت باشد و این تحقیق باید توسط مردم کشورهای مختلف در هر کشور دیگری انجام شود تا نتایج مختص همان کشور اخذ شود. لذا امکان تعمیم پذیری در جای دیگر را ندارد. یکی دیگر از آیتم هایی که در این فناوری باید به آن توجه نمود، بحث استفاده از سیستم بلاکچین می باشد. تحقیقی در این خصوص با عنوان طرح سنجش ایمن و هوشمند مبتنی بر بلاکچین برای فعالیت خودروهای خودران فراتر از شبکه‌های نسل پنجم توسط ریبادیا و دیگران در سال ۲۰۲۰ انجام شده است. امنیت داده‌ها در برنامه‌های مرتبط با تصادفات جاده ای، ترافیک و تخصیص پارکینگ در خودروهای خودران را می‌توان با استفاده از فناوری بلاکچین[2] ارائه داد. اما طبق ادبیات موجود هیچ سیستمی وجود ندارد که بتواند بر اساس شرایط به طور خودکار، خودروهای خودران را صدا کند، به عنوان مثال، در صورت تصادف، با آمبولانس تماس بگیرید، در صورت انتقال به خانه با خدمات لجستیک تماس بگیرید و در صورت نیاز با بخش ترافیک تماس بگیرد. با توجه به دلایل ذکر شده در این تحقیق، یک معماری سنجش و ردیابی ایمن و هوشمند مبتنی بر بلاکچین برای سیستم خودروهای خودران با استفاده از شبکه ارتباطی نسل پنجم پیشنهاد گردیده است [٢٦]. البته برای موارد ایمنی، فناوری‌های دیگری نیز در این خودروها درنظر می‌گیرند. این موضوع مستلزم مجهز بودن این خودروها به تشخیص اشیاء مبتنی بر سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی است. تحقیقی در این مورد با عنوان: یک روش تشخیص اشیاء برای خودروهای خودران مبتنی بر قرمز، سبز، آبی و مقادیر مکانی پیکسلی توسط الام و دیگران [۲۷] در سال ۲۰۱۸ صورت گرفته است. در آن مطرح شده است که مهمترین چالش این کار، شناسایی صحیح اشیاء در محیط

[1] Advanced Driver-Assistance Systems (ADAS)

[2] Blockchain (BC)

رانندگی است و یک روش تشخیص شیء معروف به سیستم تصمیم گیری درختی[1] و سیستم تصمیم گیری فیوژن[2] مبتنی بر سیستم تشخیص برای تصمیم گیری رانندگی خودران پیشنهاد شده است. تحقیق دیگری با عنوان چارچوب اینترنت عامل‌ها برای خودروهای متصل: یک مطاالعه موردی در خصوص سیستم کنترل ترافیک توزیع‌شده توسط بویی و جونگ در سال ۲۰۱۷ انجام شده است. در این تحقیق بیان شده که با توسعه اینترنت اشیاء[3]، اشیاء از طریق اینترنت می توانند ارتباط برقرار کنند و مقوله خودروهای متصل به یک فناوری بالقوه برای حمل و نقل هوشمند تبدیل می‌شود [۲۸]. البته برای اجرایی شدن موضوعات مرتبط با اینترنت اشیاء لازم است که صنایع دیگر نیز فعال باشند تا اشیاء بیشتری در دنیا به اینترنت متصل باشند. هر چقدر تعداد اشیاء متصل شده در دنیا بالاتر برود در خودروهای خودران نیز می‌توان استفاده بیشتری از این مقوله برد. به غیر از اینترنت اشیاء در خودروهای خودران در سالهای اخیر مفهوم اینترنت عامل نیز مطرح شده است. مفهوم اینترنت عامل[4] بر اساس ترکیبی بین اینترنت اشیاء و سیستم چند عاملی[5] معرفی شده است که اینترنت اشیاء را قادر می‌سازد با معماری هوشمند سازگار شود. به طور خاص توسعه دستگاه‌های اینترنت اشیاء برای افزایش انعطاف پذیری، چابکی و قابلیت اطمینان نیاز به عدم تمرکز و توزیع دارد. در این راستا، سیستم چند عاملی، امکان افزایش استقلال و انعطاف پذیری در محیط صنعتی را فراهم می‌کند که امکان افزایش از نظر ادغام و قابلیت همکاری برنامه‌ها و سیستم‌ها را فراهم می‌آورد. کنترل چراغ راهنمایی هوشمند[6] یکی از کاربردهای خودروهای متصل با اینترنت اشیاء از نظر بهبود ترافیک در زمان واقعی و سهولت در مدیریت سیستم‌های حمل و نقل برای کاهش ترافیک است [۲۹]. در ادامه مرور ادبیات موارد دیگری از فناوری‌های خودروهای خودران توسط محققین بررسی شده بود که به علت محدودیت متنی، فقط به آن‌ها اشاره می‌شود: در موضوعات مرتبط با ۱) ایمنی: سنسورهای شناسایی استرس، عصبانیت و خستگی [۳۰]، سیستم‌های اجتناب و کمک به راننده[7]: رادارها، لیزرها و سنسورهای ویدئویی و یا کمک لاین، سیستم‌های پیشگیری از تصادف [۳۱]، مشاور سرقت خودرو[8]، مشاور کنار جاده[9]، و مشاور تعمیرات خودرو از راه دور[10]. ۲) موضوعات مرتبط با سرگرمی و اطلاع‌رسانی: دستگاه پخش موسیقی آنلاین با توجه به محیطی که خودرو در آن رانندگی می‌کند [۳۲]، دستگاه پخش ویدئو، بازی و مرورگر اینترنت با توجه به عدم حواس پرتی راننده[11]، شبکه های وای‌فای در خودرو، شبکه‌های اجتماعی مانند فیسبوک و توییتر برای ارتباطات گسترده بین اتومبیل‌ها در جاده‌ها[12] [۳۳]. ۳) در ارتباط با موضوعات مرتبط با بهره‌وری هزینه: سیستم قیمت‌گذاری خودرو مبتنی بر الگوریتم، سیستم‌های بهینه‌سازی و کاهش مصرف، رابط بین وسایل نقلیه و خانه‌های هوشمند (V2H)[13] [۳٤]، ٤) یکپارچگی با وسایل پوشیدنی مانند عینک تقویت‌شدنی بینایی و یا جمع‌آوری اطلاعات برای تشخیص نوع پوشش راننده و مسافران [۳۵]، سیستم‌های اشتراک‌گذاری خودرو[14]، کنترل‌های بدون دست راننده[15]، امکان تنظیمات پروفایل برای راننده مانند تنظیمات اقلیمی، موقعیت و یا صندلی و... ۵) اتصال وسیله نقلیه به سنسورهای داخل خودرو (V2S)[16]، اتصال خودرو به خودرو (V2V)[17]، اتصال خودرو به عابران (V2P)[18]، اتصال بین سنسورها و ECU خودرو از طریق بلوتوث[19]، زیگ بی[20]، RFID[21]، و یا امواج ۶۰ گیگا هرتز، اتصال خودرو به زیرساخت جاده (V2R)[22] ، اتصال خودرو به ارتباطات اینترنت (V2I)[23]، مجموعه کل ارتباطات (V2X) [۳۶].

در جدول ۱ ، خلاصه ای از مرور پیشینه ارائه شده است.

بنابراین با توجه به موضوعات بیان شده در مرور پیشینه و نقدهای صورت گرفته توسط محققین حاضر و همچنین وجود خلاءهای تحقیقاتی اعلام‌شده در تحقیقات فوق، با یک

[1] Decision Tree
[2] Decision Fusion
[3] Internet of Things (IoT)
[4] Internet of Agent (IoA)
[5] Multi-Agent System (MAS)
[6] Smart Traffic Light Control (STLC)

[7] Accident Avoidance and Assistance
[8] Stolen Vehicle Assisstance
[9] Road Side Assisstance
[10] Remote Maintenance Assisstance
[11] Video Streaming, Games, Internet Browsing
[12] Social Networks
[13] Vehicle to Home (V2H)
[14] Car Sharing
[15] Hand-Free Controls
[16] Vehicle to Sensors (V2S)
[17] Vehicle to Vehicle (V2V)
[18] Vehicle to Pedestrian (V2P)
[19] Bluetooth
[20] ZigBee
[21] Radio Frequency Identification (RFID)
[22] Vehicle to Road Infrastructure (V2R)
[23] Vehicle to Internet Communication (V2I)

جمع بندی از پیشینه ادبیات می توان نتیجه گرفت که این فناوری‌ها با توجه به تعداد زیادشان و منابع محدود مالی سازمان‌ها یا بنگاه‌ها نیاز دارند که ابتدا برای تمرکز سرمایه گذاری ها، تعدادشان کاهش یابد تا اینکه: الف) توسط سازمان‌ها یا بنگاه های مربوطه برای توسعه یا حتی طراحی بومی انتخاب گردند. ب) ضمنا روش های کسب آنها نیز برای سازمان‌ها و صنایع مختلف مشخص گردد. در این تحقیق به این دو موضوع پرداخته شده است.

۳- روش‌شناسی پژوهش

سوال اصلی پژوهش این است که راهبرد فناوری‌های خودروی خودران به چه صورت می‌باشد؟

۳-۱ نوع و روش پژوهش:

نوع پژوهش: با توجه به موضوع پژوهش حاضر با در نظر گرفتن پارادایم تحقیق با استفاده از دو آیتم هستی شناسی[1] و معرفت شناسی[2] می‌توان اظهار نمود که روش‌شناسی این پژوهش از نوع کیفی است. راهبرد تحقیق و تاکتیک مسئله نیز از نوع تحلیل محتوی پنهان و آشکار است. یعنی متغیرها هم از پیشینه و هم از مصاحبه‌ها و منابع دیگر استخراج شده‌اند. جامعه آماری پژوهش، خبرگان با حداقل تحصیلات کارشناسی‌ارشد و ۱۰ سال فعالیت در یکی از حوزه‌های: صنعت خودرو، فناوری اطلاعات، راه و شهرسازی، راهنمایی و رانندگی، مهندسی نرم افزار، مهندسی الکترونیک، مهندسی مکانیک و موضوعات دیگر مرتبط با خودروهای خودران بود. روش نمونه گیری بصورت غیر تصادفی، و حجم نمونه نیز انجام مصاحبه تا مرحله اشباع نظری بود. ابزار پژوهش، مصاحبه و اسناد مکتوب از مرور ادبیات و مستندات شرکت های خودروساز بین المللی بود.

روش پژوهش: مراحل انجام تحقیق به شرح زیر بود: ۱) ابتدا برای آشنایی با فناوری‌های خودروی خودران و شناسایی کلید واژه‌های مهم این موضوع، پیشینه تحقیق مرور شد ۲) کلیدواژه‌ها و فناوری‌های استخراج شده اولیه در گام اول به عنوان مبنایی برای مصاحبه قرار گرفت و با مصاحبه با ۱۵ نفر از خبرگان، لیست فناوری‌های خودروی خودران کامل‌تر شد. البته در این مرحله در خصوص فناوری‌های استخراج شده در گام اول نیز با خبرگان جهت ماندن در لیست و یا حذف آنها مشورت گردید. ۳) از ابزارهای آینده‌نگاری در کامل‌تر شدن لیست فناوری های خودروی خودران استفاده شد. در این بخش از اسنادی از قبیل ویدئوهای تخصصی و اسناد مکتوب خودروسازان پیشرفته در مورد فناوری خودروی خودران مانند: شرکت‌های آرگو، جی ام، فورد، بی ام دبلیو، مرسدس بنز، تویوتا و بایدو، در نظر گرفتن فناوری‌های بالقوه آینده در مصاحبه‌ها و موارد دیگر استفاده شده و در انتها، تعداد ۲۹۶ فناوری استخراج شد. ٤) به همه فناوری های انتخاب شده با توجه به اهمیت آنها در کشور ایران، توسط ۱۰ نفر از خبرگان، نمره از ۱ تا ۱۰ داده شد و سپس فناوری های کلیدی که نمره ۷ به بالا توسط خبرگان اخذ نمودند، انتخاب شدند. این لیست از ۲۹٦ عدد به ٤۰ عدد کاهش یافت. ۵) با یک روش ترکیبی یعنی تعیین ماتریس جذابیت-توانمندی فناوری‌ها، تدوین راهبرد فناوری انجام گردید که در گام‌های بعدی نحوه انجام آن توضیح داده شده است. ٦) برای انجام تدوین راهبرد فناوری، ابتدا اهداف کلان صنعت خودرو مطابق مطالعه پیشینه تحقیق مشخص شد که ٦ آیتم بودند. این آیتم‌ها توسط ۱۰ نفر از خبرگان تحقیق حاضر وزن داده شد. لازم به ذکر است که برای ادامه فعالیت، بدست آوردن اهداف کلان خودروی خودران لازم و ضروری بود. چون در غیر این صورت، امکان نمره دهی در مراحل بعدی، یعنی تهیه ماتریس جذابیت فناوری امکان پذیر نبود. ۷) برای لیست ٤۰ تایی فناوری ها، جدول توانمندی فناوری تشکیل شد. در این مرحله، لیست ٤۰ فناوری را در سطرها، و توانمندیهای خودروهای خودران که ٤ عدد بود در ستون ماتریس نوشته شد(لازم به ذکر است که نام توانمندی‌ها که در ستون های جدول توانمندی‌ها نوشته شده، با توجه به تعریف نوازشریف و راماناسن است که فناوری شامل چهار جزء می‌دانند: سخت افزار، انسان‌افزار، دانش‌افزار و سازمان‌افزار [۳۷]). در مرحله بعدی توسط ۱۰ نفر از خبرگان صنایع مرتبط نمرات ۱ تا ۱۰ بصورت ماتریسی داده شد و میانگین نمره‌ها در جدول قرار داده شد و سپس آن عدد نرمال شد و در نهایت ماتریس توانمندی فناوری‌ها تشکیل گردید. ۸) فناوری‌های استخراج شده از مراحل قبل که ٤۰ عدد بود مجددا در سطرها، و

[1] Ontology
[2] Epistemology

اهداف کلان خودروهای خودران که ٦ عدد می باشد در ستون جدول نوشته شد(اهداف کلان مطابق ادبیات تحقیق استخراج و مورد تایید خبرگان بود). سپس توسط ۱۰ نفر از خبرگان صنایع مرتبط، نمرات ۱ تا ۱۰ بصورت ماتریسی داده شد و میانگین نمره‌ها در جدول مربوطه قرار داده شد. در مرحله بعدی، آن اعداد نرمال و ماتریس جذابیت فناوری‌ها تشکیل گردید. ۹) اعداد نهایی جدول توانمندی فناوری‌ها در محور عمودی، و همچنین اعداد نهایی جذابیت فناوری‌ها در محور افقی قرار داده شد و نمودار تدوین راهبرد فناوری تشکیل گردید. این نمودار پاسخ سوال اصلی تحقیق است. البته در فرآیند انجام تحقیق و پاسخدهی به سوال اصلی تحقیق، یافته‌های دیگری از قبیل: الف) اهداف کلان صنعت خودرو، ب) فناوری های شناسایی شده کلیدی مرتبط با خودروی خودران، ج) جدول توانمندی و جذابیت فناوری‌های خودروی خودران نیز استخراج شد که در بخش یافته‌ها و بحث مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

جدول ۱) خلاصه مرور ادبیات تحقیق

ردیف	عنوان تحقیق	سال و نام محقق	نتایج تحقیق مذکور
۱	از پارادایم تا فناوری	لونیتا، ۲۰۱۷	الف) نیاز به ترکیب علوم مختلف از قبیل: الکترونیک، ارتباطات، مکاترونیک، مهندسی نرم افزار و هوش مصنوعی. ب) سیستم‌های مشاور پیشرفته راننده. ج) لزوم یکپارچه شدن سنسورها، دوربین ها، رادارهای خودروی خودران. د) زیرساختارهای مرتبط با فناوری ارتباط خودرو با خودرو، و خودرو با زیرساخت.
۲	سازگاری و چالش‌های خودروی خودران برای عابرین پیاده در شهرهای چین	وانگ و دیگران، ۲۰۲۰	الف) عابران چینی خودروهای خودران را به راحتی نمی پذیرند. ب) لزوم تحقیقات مبتنی بر پذیرش فناوری خودروی خودران مردم
۳	طرح سنجش ایمن و هوشمند مبتنی بر بلاکچین برای قابلیت خودروهای خودران فراتر از شبکه‌های نسل پنجم	ریبادیا و دیگران، ۲۰۲۰	پیشنهاد یک معماری سنجش و ردیابی ایمن و هوشمند مبتنی بر بلاکچین برای خودروهای خودران
۴	روش تشخیص اشیاء برای خودروهای خودران مبتنی بر سه رنگ اصلی	الام و دیگران، ۲۰۱۸	ارئه یک روش تشخیص اشیاء در محیط رانندگی با نام سیستم تصمیم گیری درختی
۵	چارچوب اینترنت عامل برای خودروهای خودران متصل با مطالعه موردی در خصوص سیستم کنترل ترافیک توزیع شده	بویی و جونگ، ۲۰۱۷	ارائه بحث‌های مرتبط با مقوله خودروهای خودران متصل به عنوان یک فناوری بالقوه برای حمل و نقل هوشمند
۶	طراحی سیستم خدمات برای خودروهای خودران	وانگ و دیگران، ۲۰۱۸	کاربرد چراغ راهنمایی هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء
۷	خودروهای متصل	سوان، ۲۰۱۵	سنسورهای شناسایی استرس، عصبانیت
۸	نگهداشتن وسیله نقلیه در جاده بررسی سیستم‌های تشخیص خطوط در جاده	ینیکاوا و دیگران، ۲۰۱۳	سیستم‌های اجتناب و کمک راننده مانند رادارها، لیزرها و سنسورهای ویدئویی
۹	پیشنهادات در خصوص موسیقی بصورت آگاهانه در خودرو	بالترونـاس و دیگران، ۲۰۱۱	مشاور سرقت خودرو، مشاور کنار جاده، مشاور تعمیرات خودرو از راه دور
۱۰	موضوعات اجتماعی در جاده: فعال کردن شبکه‌های اجتماعی ایمن و کارآمد در بزرگراه ها	لووان و دیگران، ۲۰۱۵	دستگاه پخش ویدئو، بازی و مرورگر اینترنت
۱۱	مقایسه مفاهیم نمایشگر برای یک سیستم ناوبری در یک صفحه نمایش آنالوگ تماس با خودرو	پی فنملر و دیگران، ۲۰۱۵	برنامه ریزی آنلاین مسیر و راهبری خودرو از منزل
۱۲	فرصت‌ها و چالش‌های فناوری‌های اتصال وسیله نقلیه به خانه، وسیله نقلیه به خودرو، و وسیله نقلیه به شبکه	لیو و دیگران، ۲۰۱۳	سیستم رابط بین وسیله نقلیه و خانه‌های هوشمند، سیستم قیمت گذاری خودرو مبتنی بر الگوریتم
۱۳	فورد یکپاره سازی خانه هوشمند را رونمایی می کند	دیجیتال ترند، ۲۰۱۶	سیستم‌های تبلیغات در سفر و وسیله نقلیه
۱۴	تشخیص خستگی راننده مبتنی بر وسایل پوشیدنی	بوون و دیگران، ۲۰۱۵	یکپارچگی با وسایل پوشیدنی مانند عینک تقویت شدنی بینایی
۱۵	چگونه از فناوری اتصال خودرو به خودرو و خودرو به تلفن برای نجات جان انسان استفاده کنیم؟	کوارتسافت، ۲۰۱۳	نحوه استفاده از سیستم اتصال خودروها به همدیگر و اتصال خودروها به زیر ساخت، و اتصال خودرو به عابرین

۳-۲ مدل استفاده شده برای تدوین راهبرد فناوری:

محققان با نگرش به تحولات صنعت و اهداف مورد نظر از دستیابی به فناوری، رویکردهای مختلفی به تدوین راهبرد فناوری داشته اند. در مقاله حاضر نیز با استفاده از ارزیابی جذابیت فناوری‌ها و توانمندی بنگاه یا صنعت در فناوری‌های شناسایی‌شده، تدوین راهبرد فناوری‌ها انجام و مدل شکل ۱ برای تصمیم‌گیری بعد از تدوین راهبرد استفاده شد [۳۸].

ناحیه اول (توانمندی بالا، جذابیت بالا)	ناحیه دوم (توانمندی بالا، جذابیت پایین)
ناحیه سوم (توانمندی پایین، جذابیت بالا)	ناحیه اول (توانمندی پایین، جذابیت پایین)

شکل ۱) ماتریس توانمندی فناوری و جذابیت فناوری

٤- یافته‌های پژوهش

٤-۱ اهداف کلان خودروهای خودران

در جدول ۲، اهداف کلان خودروهای خودران، استخراج شده از مصاحبه‌ها و مستندات پیشینه ارائه شده است. علت استخراج آنها این بود که مطابق الگوی توضیح داده شده در بخش ۳-۲، برای محاسبه ماتریس جذابیت فناوری باید از آنها استفاده نمود. ضمنا این اهداف منطبق بر چالش هایی که در بخش مقدمه تحقیق مطرح گردید نیز هستند و با رسیدن به این اهداف کلان، می‌توان بر سه چالش بیان شده از قبیل: ایمنی، آلایندگی و کارآیی سیستم حمل و نقل و مصرف انرژی نیز اثر مثبت گذاشت.

جدول ۲) اهداف کلان خودروی خودران

ردیف	اهداف کلان خودروی خودران	وزن (درصد)
۱	افزایش ایمنی	۰,۳
۲	کاهش آلایندگی	۰,۲
۳	کاهش ترافیک	۰,۱۵
۴	بهبود رفاه مردم	۰,۱۵
۵	بهبود کارایی سیستم حمل‌ونقل	۰,۱
۶	توسعه کسب‌وکارهای جدید در صنایع مختلف	۰,۱

٤-۲ ماتریس توانمندی فناوری مرتبط با خودروی خودران

فناوری های شناسایی شده کلیدی خودروهای خودران از مصاحبه و پیشینه در ستون دوم جدول شماره ۳ و همچنین ماتریس توانمندی فناوری های خودروی خودران در بقیه ستونهای جدول ۳ ارائه شده است. سطرهای با رنگ سبز و آبی به ترتیب در توانمندی فناوری، نمره نهایی بیشتر و کمتری را کسب نموده اند. در بخش بحث این آیتم‌ها مورد بحث قرار گرفته اند.

٤-۳ ماتریس جذابیت فناوری مرتبط با خودروی خودران

ماتریس جذابیت فناوری‌های خودروی خودران در جدول ٤ ارائه شده است. سطرهای با رنگ سبز و آبی به ترتیب در جذابیت فناوری، نمره نهایی بیشتر و کمتری را کسب نموده اند. در بخش بحث این آیتم‌ها مورد بحث قرار گرفته اند.

جدول۳) ماتریس توانمندی فناوری های مرتبط با خودروی خودران

کد فناوری	فناوری/ توانمندی فناورانه	توانمندی فناوری سخت افزاری صنعت = وزن ۰,۲۵	توانمندی نیروی انسانی صنعت= وزن ۰,۲۵	توانمندی نظامها و روش‌های مدیریتی صنعت= وزن ۰,۲۵	توانمندی اطلاعات و دانش صنعت= وزن ۰,۲۵	امتیاز وزنی	نهایی توانمندی فناوری (نرمال شده)
T1	فناوری سیستم‌های موقعیت یابی	۷	۵	۵	۷	۶۰۰	۶۳
T2	اتصال وسیله نقلیه به شبکه	۵	۵	۶	۸	۶۰۰	۶۳
T3	فناوری‌های ارتباط با خودروهای دیگر	۵	۶	۸	۸	۶۷۵	۷۰
T4	فناوری اتصال اتومبیل به زیرساخت ها	۵	۶	۷	۷	۶۲۵	۶۵
T5	فناوری سیستم‌های سنسوری	۸	۴	۷	۹	۷۰۰	۷۳
T6	فناوری سیستم‌های برپایه دوربین	۸	۵	۷	۸	۷۰۰	۷۳
T7	فناوری تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی	۶	۴	۸	۶	۶۰۰	۶۳
T8	فناوری سنسورهای آنالیز محیط	۸	۶	۸	۸	۷۵۰	۷۸
T9	فناوری لیدار سه بعدی	۸	۵	۷	۹	۷۲۵	۷۶
T10	فناوری رادار مخصوص خودرو	۸	۵	۷	۹	۷۲۵	۷۶

T11	فناوری‌های تعاملی تصویری با محیط خارج	۷	۴	۹	۷	۶۷۵	۷۰
T12	فناوری ارتباط با سایر وسایل نقلیه، شهر و عابران پیاده	۵	۵	۵	۸	۵۷۵	۶۰
T13	فناوری‌های ارتباط با موبایل‌های مسافرین	۴	۵	۷	۹	۶۲۵	۶۵
T14	فناوری هوش مصنوعی	۴	۷	۶	۹	۶۵۰	۶۸
T15	فناوری اینترنت شناختی خودروها	۶	۸	۵	۹	۷۰۰	۷۳
T16	فناوری نسل پنجم برای خودروهای خودران متصل	۶	۸	۶	۹	۷۲۵	۷۶
T17	فناوری اینترنت اشیا برای هدایت صنعت خودرو	۶	۷	۵	۹	۶۷۵	۷۰
T18	فناوری برنامه ریزی مسیر	۴	۵	۹	۸	۶۵۰	۶۸
T19	فناوری پلتفرم بلاکچین	۵	۸	۹	۱۰	۸۰۰	۸۳
T20	فناوری اپلیکیشن‌های مخصوص	۴	۷	۴	۷	۵۵۰	۵۷
T21	فناوری دیتا ماینینگ	۴	۵	۷	۱۰	۶۵۰	۶۸
T22	فناوری‌های تولید انرژی	۸	۳	۳	۴	۴۵۰	۴۷
T23	فناوری‌های مرتبط با خودروهای برقی خودران	۸	۴	۴	۴	۵۰۰	۵۲
T24	بهبود سیستم پیشرفته کمک به راننده	۴	۶	۸	۴	۵۵۰	۵۷
T25	فناوری خلبان خودکار	۴	۵	۸	۴	۵۲۵	۵۵
T26	فناوری تخمین سرعت خودروی خودران بر پایه آنالیز تصویر	۳	۷	۴	۵	۴۷۵	۴۹
T27	فناوری ماژول کنترل ناوبری	۳	۴	۸	۵	۵۰۰	۵۲
T28	فناوری راهبرد ترمز در ترافیک مختلط	۷	۵	۴	۴	۵۰۰	۵۲
T29	فناوری ترمز اتوماتیک	۷	۴	۴	۴	۴۷۵	۴۹
T30	فناوری تشخیص خواب آلودگی برای خودروهای نیمه خودران	۸	۵	۴	۳	۵۰۰	۵۲
T31	فناوری تشخیص احساس برای خودروهای نیمه خودران	۸	۴	۳	۴	۴۷۵	۴۹
T32	سیستم‌های مشاور راننده پیشرفته	۵	۸	۶	۵	۶۰۰	۶۳
T33	فناوری ترمز اضطراری خودکار	۷	۴	۴	۵	۵۰۰	۵۲
T34	تشخیص نفوذ هوشمند در خارج از سیستم‌های ارتباطی	۵	۴	۷	۹	۶۲۵	۶۵
T35	فناوری ردیابی وسایل نقلیه سرقت شده	۸	۴	۶	۸	۶۵۰	۶۸
T36	فناوری درخواست تصاحب	۵	۸	۶	۷	۶۵۰	۶۸
T37	فناوری بیومتری برای سیستم‌های شناختی	۸	۹	۵	۴	۶۵۰	۶۸
T38	فناوری‌های مرتبط با سرگرمی و اطلاع رسانی	۳	۷	۶	۷	۵۷۵	۶۰
T39	فناوری‌های مرتبط با تبلیغات در خودرو	۴	۴	۴	۴	۴۰۰	۴۲
T40	فناوری‌های مرتبط با کسب درآمد برای خودروی خودران	۳	۵	۵	۴	۴۲۵	۴۴
جمع		۲۳۱	۲۲۰	۲۴۱	۲۶۸		
جمع کل		۹۶۰					

جدول ٤) ماتریس جذابیت فناوری مرتبط با خودروی خودران

کد فناوری	فناوری/اهداف کلان	افزایش ایمنی = وزن ۰,۳	کاهش آلایندگی = وزن ۰,۲	کاهش ترافیک = وزن ۰,۱۵	بهبود رفاه مردم = وزن ۰,۱۵	بهبود کارایی سیستم حمل و نقل= وزن ۰,۱	توسعه کسب و کارهای جدید در صنایع مختلف = وزن ۰,۱	امتیاز وزنی	نهایی جذابیت فناوری (نرمال شده)
T1	فناوری سیستم‌های موقعیت یابی	۷	۳	۵	۶	۶	۲	۵۱۵	۳۶
T2	اتصال وسیله نقلیه به شبکه	۹	۴	۷	۷	۸	۲	۶۶۰	۴۷
T3	فناوری‌های ارتباط با خودروهای دیگر	۹	۴	۸	۷	۸	۲	۶۷۵	۴۸
T4	فناوری اتصال اتومبیل به زیرساخت ها	۷	۴	۸	۸	۸	۲	۶۳۰	۴۴
T5	فناوری سیستم‌های سنسوری	۹	۳	۵	۵	۸	۲	۵۸۰	۴۱
T6	فناوری سیستم‌های برپایه دوربین	۹	۳	۶	۵	۸	۲	۵۹۵	۴۲
T7	فناوری تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی	۷	۴	۷	۵	۶	۲	۵۵۰	۳۹
T8	فناوری سنسورهای آنالیز محیط	۸	۴	۷	۵	۸	۲	۶۰۰	۴۲
T9	فناوری لیدار سه بعدی	۹	۳	۷	۵	۹	۲	۶۲۰	۴۴
T10	فناوری رادار مخصوص خودرو	۹	۳	۷	۵	۹	۲	۶۲۰	۴۴
T11	فناوری‌های تعاملی تصویری با محیط خارج	۸	۲	۵	۷	۸	۲	۵۶۰	۴۰
T12	فناوری ارتباط با سایر وسایل نقلیه، شهر و عابران پیاده	۸	۲	۵	۷	۸	۲	۵۶۰	۴۰
T13	فناوری‌های ارتباط با موبایل‌های مسافرین	۸	۲	۵	۷	۸	۳	۵۷۰	۴۰
T14	فناوری هوش مصنوعی	۱۰	۷	۷	۸	۱۰	۸	۸۴۵	۶۰
T15	فناوری اینترنت شناختی خودروها	۱۰	۷	۸	۹	۱۰	۶	۸۵۵	۶۰
T16	فناوری نسل پنجم برای خودروهای خودران متصل	۱۰	۷	۷	۹	۱۰	۸	۸۶۰	۶۱
T17	فناوری اینترنت اشیا برای هدایت صنعت خودرو	۱۰	۷	۸	۹	۱۰	۸	۸۷۵	۶۲
T18	فناوری برنامه ریزی مسیر	۸	۵	۶	۸	۹	۴	۶۸۰	۴۸
T19	فناوری پلتفرم بلاکچین	۱۰	۷	۸	۸	۱۰	۹	۸۷۰	۶۱
T20	فناوری اپلیکیشن‌های مخصوص	۷	۴	۶	۹	۸	۸	۶۷۵	۴۸
T21	فناوری دیتا ماینینگ	۷	۴	۵	۵	۷	۶	۵۷۰	۴۰
T22	فناوری‌های تولید انرژی	۸	۶	۵	۶	۸	۵	۶۵۵	۴۶
T23	فناوری‌های مرتبط با خودروهای برقی خودران	۸	۹	۶	۷	۸	۵	۷۴۵	۵۳
T24	بهبود سیستم پیشرفته کمک به راننده	۹	۵	۸	۸	۷	۷	۷۵۰	۵۳

T25	فناوری خلبان خودکار	۷	۴	۷	۹	۷	۶	۶۶۰	۴۷
T26	فناوری تخمین سرعت خودروی خودران بر پایه آنالیز تصویر	۷	۴	۶	۸	۶	۳	۵۹۰	۴۲
T27	فناوری ماژول کنترل ناوبری	۸	۶	۸	۸	۷	۵	۷۲۰	۵۱
T28	فناوری راهبرد ترمز در ترافیک مختلط	۹	۲	۶	۵	۶	۳	۵۶۵	۴۰
T29	فناوری ترمز اتوماتیک	۹	۲	۶	۵	۶	۳	۵۶۵	۴۰
T30	فناوری تشخیص خواب آلودگی برای خودروهای نیمه خودران	۹	۲	۴	۸	۵	۲	۵۶۰	۴۰
T31	فناوری تشخیص احساس برای خودروهای نیمه خودران	۷	۲	۳	۸	۵	۲	۴۸۵	۳۴
T32	سیستم‌های مشاور راننده پیشرفته	۷	۴	۸	۸	۶	۵	۶۴۰	۴۵
T33	فناوری ترمز اضطراری خودکار	۹	۲	۴	۵	۵	۲	۵۱۵	۳۶
T34	تشخیص نفوذ هوشمند در خارج از سیستم‌های ارتباطی	۱۰	۲	۳	۶	۷	۴	۵۸۵	۴۱
T35	فناوری ردیابی وسایل نقلیه سرقت شده	۷	۲	۲	۸	۶	۳	۴۹۰	۳۵
T36	فناوری درخواست تصاحب	۱۰	۲	۴	۷	۷	۲	۵۹۵	۴۲
T37	فناوری بیومتری برای سیستم‌های شناختی	۷	۲	۲	۸	۵	۲	۴۷۰	۳۳
T38	فناوری‌های مرتبط با سرگرمی و اطلاع رسانی	۱	۱	۲	۹	۴	۴	۲۹۵	۲۱
T39	فناوری‌های مرتبط با تبلیغات در خودرو	۱	۱	۲	۹	۳	۴	۲۸۵	۲۰
T40	فناوری‌های مرتبط با کسب درآمد برای خودروی خودران	۱	۱	۲	۹	۲	۸	۳۱۵	۲۲
جمع		۳۱۳	۱۴۸	۲۲۵	۲۸۵	۲۸۶	۱۵۹		
جمع کل		۱٤۱٦							

٤-٤- نمودار راداری ترکیبی بین توانمندی و جذابیت فناوری‌های خودروی خودران

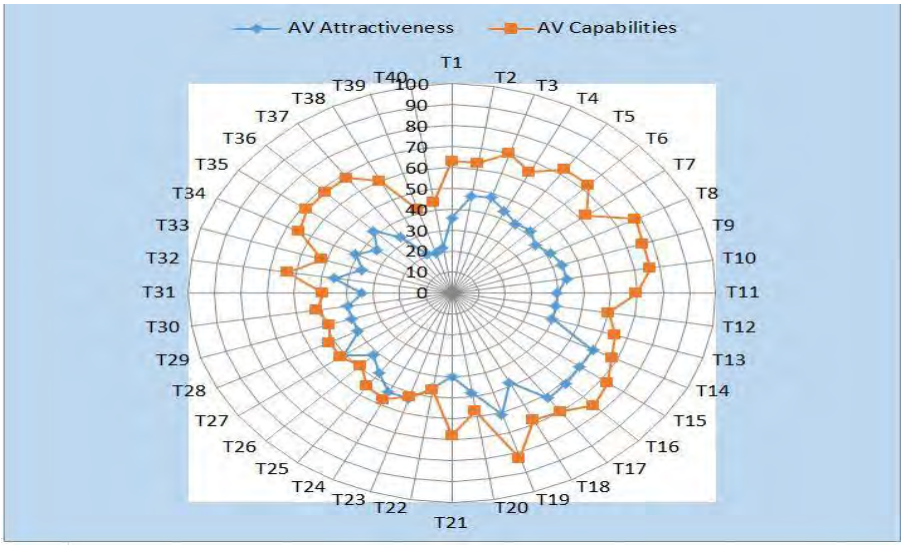
خروجی جداول ۳ و ٤ به صورت نمودار رادار در شکل ۲ در دو رنگ آبی و نارنجی نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نمودار رنگ آبی، نشان دهنده جذابیت فناوری‌های خودروی خودران و نمودار رنگ نارنجی نشان‌دهنده توانمندی فناوری‌های خودروی خودران می‌باشد.

٤-٥- نمودار تدوین راهبرد فناوری

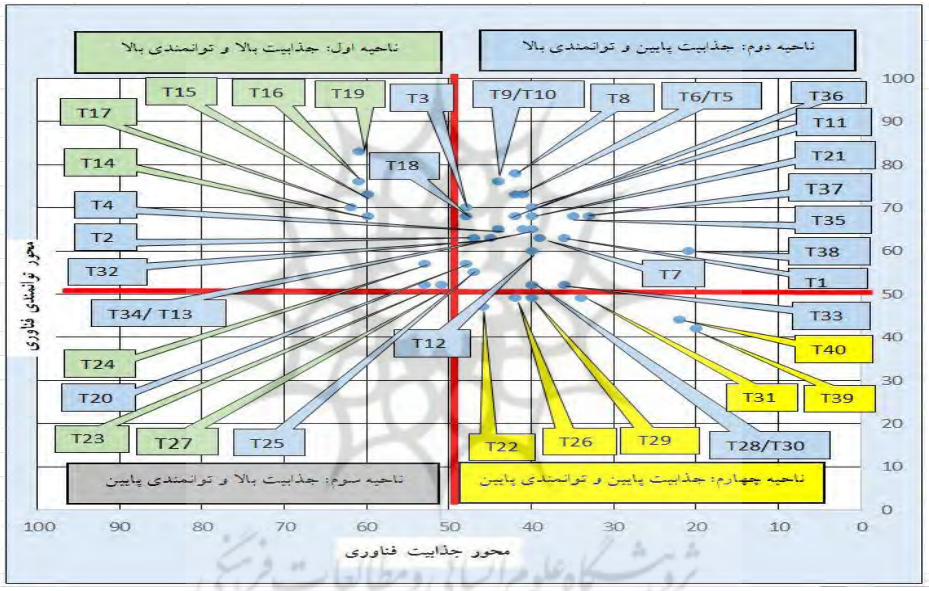
در گام آخر، اعداد نهایی جدول ۳ یعنی توانمندی فناوری‌ها در محور عمودی، و همچنین اعداد نهایی جدول ٤، یعنی جذابیت فناوری‌ها در محور افقی قرار داده شد و نمودار شکل ۳ تشکیل گردید. هر فناوری در یک نقطه در تقاطع محور افقی و عمودی قرار گرفت که جایگاه آن فناوری است. چهار ناحیه تشکیل گردید که بر اساس این نواحی، فناوری های خودروی خودران مورد بحث قرار می‌گیرد.

٤-٦- روایی و پایایی ابزار تحقیق

برای داشتن روایی، در هنگام مصاحبه با اجازه مصاحبه شونده، صدای ایشان ضبط و بعد از اتمام مصاحبه این صداها به متن تبدیل گردید و مقایسه و اصلاحات صورت پذیرفت. ضمنا برای پایایی ابزار نیز مصاحبه‌ها توسط یک پژوهشگر مسلط در این حوزه، مورد کنترل بیرونی قرار گرفت و مطالب لازم توسط ایشان به محقق گوشزد و در متن‌ها اعمال گردید.



شکل ۲) نمودار رادار ترکیبی بین توانمندی و جذابیت فناوری‌های خودروی خودران



شکل ۳) نواحی قرارگیری فناوری‌های خودروی خودران برای تدوین راهبرد فناوری

۵- بحث

این تحقیق، از این جهت دارای اهمیت بود که با تدوین راهبرد فناوری، فناوری های کلیدی و ضمنا نحوه کسب این فناوری‌ها نیز مشخص شدند. دانستن این موضوعات قبل از اجرایی شدن خودروی خودران در ایران، می تواند برای برنامه ریزی های مختلف از قبیل انتخاب فناوری‌ها توسط سازمان‌ها یا بنگاه‌های مرتبط و همچنین نحوه کسب آنها مفید باشد. پاسخ سوال تحقیق این بود که ابتدا ٤٠ فناوری کلیدی شناسایی شدند. در مرحله بعدی با در نظر گرفتن ماتریس جذابیت و ماتریس توانمندی فناوری، نمودار تدوین راهبرد فناوری برای ٤٠ فناوری ترسیم گردید. ترسیم این نمودار دارای دو مزیت بود: اول اینکه انتخاب فناوری‌ها توسط سازمان های مرتبط با فناوری‌های مذکور تسهیل گردید. دوم اینکه نحوه کسب این فناوری‌ها برای سازمان های مرتبط مشخص شد.

بنابراین با توجه به نتایج اخذشده می توان از الان برای انتخاب این فناوری‌ها و نحوه کسب آنها اقدامات لازم را انجام داد. برای بعضی از این فناوری‌ها با توجه به یافته‌های تحقیق در جداول ۱ تا ٤ و نمودارهای ۱ تا ۳، به شرح زیر از مناظر مختلف، نتایج تحقیق مورد بحث قرار گرفت.

۱) **بحث در خصوص یافته‌های تحقیق در جدول ۳:** در بخش نتایج تحقیق حاضر (جدول ۳) رتبه بندی ٤٠ فناوری

کلیدی خودروی خودران به لحاظ توانمندی فناوری‌ها مشخص گردید. مفهوم این موضوع آن است که اثرگذاری این فناوری‌ها بر توانمندی اجزاء فناوری از قبیل: سخت افزاری، نیروی انسانی، نظام‌های مدیریتی و اطلاعات و دانش صنعت مشخص شدند. به طور مثال، شش فناوری به ترتیب بالاترین نمره توانمندی فناوری با نام های: فناوری پلتفرم بلاکچین، فناوری سنسورهای آنالیز محیط، فناوری لیدار سه بعدی، فناوری رادار مخصوص خودرو، فناوری نسل پنجم برای خودروهای خودران متصل، فناوری سامانه‌های سنسوری به ترتیب نمرات ۸۳، ۷۸، ۷۶، ۷۶، ۷۶ و ۷۳ از نمره بین صفر تا صد کسب نمودند. تفسیر آن این است که این شش فناوری دارای توانمندی بالاتری نسبت به فناوری‌های دیگر خودروهای خودران در آینده خواهند بود. از طرف دیگر، فناوری‌های مرتبط با تبلیغات در خودرو و فناوری‌های مرتبط با کسب درآمد برای خودروی خودران به ترتیب نمرات ٤٢، ٤٤ را اخذ نمودند. یعنی نسبت به فناوری های دیگر دارای توانمندی کمتری خواهند بود. لذا پیشنهاد می شود برای این فناوری‌ها از الان برنامه هایی را در نظر گرفت که از لحاظ توانمندی تقویت گردند. چون از طریق فناوری های مرتبط با تبلیغات در خودروی خودران و فناوری‌های مرتبط با کسب درآمد، شرکت های ارائه دهنده خدمت می توانند تبلیغات و درآمدزایی نمایند و از این طریق، مردم تمایل بیشتری نسبت به خرید یا استفاده از این فناوری را خواهند داشت. ضمنا از طریق فناوری های مرتبط با کسب درآمد برای خودروهای خودران شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمت حمل و نقل خودرویی می توانند کسب درآمد برای صاحبین خودروهای خودران انجام دهند. در نهایت این موارد می‌تواند باعث بالا رفتن بهره‌وری نظام حمل و نقل و به خصوص خودروهای خودران شود. نتیجه این بخش از تحقیق در مقایسه با تحقیق لونیتا [٢٤] که در مرور پیشینه به آن اشاره شد، همراستا می باشد. ولی در تحقیق لونیتا برای فناوری‌های مطرح شده، انتخاب فناوری و نحوه کسب آنها صحبتی نشده است.

۲) **بحث در خصوص یافته‌های تحقیق در جدول ٤:** در بخش نتایج تحقیق حاضر (جدول ٤) رتبه بندی ٤٠ فناوری کلیدی خودروی خودران به لحاظ جذابیت فناوری‌ها مشخص گردید. مفهوم این موضوع این است که اثرگذاری این فناوری‌ها بر اهداف کلان فناوری خودروی خودران در صنعت خودروی کشور ایران و صنایع مرتبط نسبت به فناوری های دیگر مشخص شدند. به طور مثال، پنج فناوری به ترتیب بالاترین نمره جذابیت فناوری با نام های: فناوری اینترنت اشیاء، فناوری پلاتفرم بلاکچین، فناوری نسل پنجم اینترنت خودروها، فناوری هوش مصنوعی، و فناوری اینترنت شناختی خودروها، نمرات ٦٢، ٦١، ٦١، ٦٠ و ٦٠ از نمره بین صفر تا صد کسب نمودند. به عبارتی، این پنج فناوری دارای جذابیت بالاتری در آینده خواهد بود. از طرف دیگر، فناوری مرتبط با تبلیغات در خودروی، فناوری مرتبط با سرگرمی و اطلاع رسانی، و فناوری مرتبط با کسب درآمد برای خودروی خودران، به ترتیب نمرات ۲۰ ، ۲۱ و ۲۲ اخذ نمودند. یعنی نسبت به دیگر فناوری‌ها دارای جذابیت کمتری در خودروهای خودران خواهند بود. لذا پیشنهاد می‌شود برای این فناوری‌ها از الان برنامه‌هایی در نظر گرفت که از این لحاظ تقویت گردند. چون فناوری‌های مرتبط با سرگرمی می-توانند باعث آرامش مسافرین در خودروی خودران شوند. از طریق فناوری‌های تبلیغاتی شرکت‌های ارائه‌دهنده خودروی خودران می‌توانند تبلیغات و درآمدزایی نمایند و از طرفی دیگر می‌توانند اطلاع‌رسانی‌های مهم و ضروری را به مسافرین در زمان مناسب انجام دهند. با فناوری های مرتبط با درآمدزایی نیز می‌توانند کسب درآمد برای صاحبین خودروهای خودران انجام دهند

۳) **بحث در خصوص یافته‌های تحقیق در شکل ۲:** یکی دیگر از نتایج اخذ شده در بخش نتایج تحقیق، شکل ۲، تحت عنوان نمودار رادار ترکیبی توانمندی و جذابیت فناوری های خودروی خودران ارائه شده است. در این نمودار مشهود است که نمودار رادار توانمندی فناوری به نسبت نمودار رادار جذابیت فناوری دارای اعداد بالاتری است. مفهوم آن این است که توانمندی فناوری های خودروی خودران نسبت به جذابیت فناوری های خودروی خودران بیشتر است. یعنی فناوری‌های خودروی خودران، اثرگذاری بیشتری بر اجزای مختلف فناوری (سخت افزار، نیروی انسانی، روش‌های مدیریتی، و اطلاعات و دانش در صنعت خودرو) خواهند داشت. در خصوص اثرگذاری بر اهداف کلان خودروهای خودران (یعنی افزایش ایمنی، کاهش آلایندگی، کاهش

ترافیک، رفاه مردم، بهبود کارآیی نظام حمل و نقل، و توسعه کسب‌و کارهای جدید در صنایع مختلف مرتبط با خودروهای خودران)، اثرات کمتری بر اهداف کلان خودروهای خودران خواهند داشت. لذا مستلزم این است که از حالا تصمیمات مرتبط با این موضوع و تقویت این موارد برای اثرگذاری بیشتر این فناوری‌ها بر اهداف کلان خودروهای خودران را توسط سازمان‌های سیاستگذار صنعت خودرو ایران اتخاذ کرد تا در وقت اجرایی شدن این فناوری در کشور، بیشترین منافع از آن کسب گردد. نتایج این بخش از تحقیق با تحقیقات ریبادیا [۲۶] و بویی و جونگ [۲۸] همسو بوده است.

٤) **بحث در خصوص یافته‌های تحقیق در شکل ۳ در ناحیه اول** (مرتبط با دو موضوع انتخاب فناوری مناسب و همچنین نحوه کسب این فناوری توسط سازمان‌های یا بنگاه‌های مرتبط با خودروی خودران): یکی از مهمترین خروجی های تحقیق یعنی پاسخ به سوال اصلی تحقیق، در شکل ۳ ارائه شده است که نشان دهنده نواحی مختلف فناوری های خودروی خودران می‌باشد و کاربرد آن برای تدوین راهبرد فناوری‌ها (پاسخ سوال اصلی تحقیق) می باشد. در ناحیه اول این نمودار، تعداد ۸ عدد از ٤٠ فناوری که با رنگ سبز مشخص هستند، دارای توانمندی بالا و جذابیت بالایی در آینده در صنایع مرتبط با فناوری خودروی خودران خواهند بود. لذا پیشنهاد می‌گردد که سازمان‌ها یا بنگاه‌های مربوط به فناوری خودروی خودران با اولویت بالاتری نسبت به فناوری‌های دیگر، این ۸ فناوری را انتخاب نمایند تا هم بتوانند با آنها بر اهداف کلان خودروی خودران اثرگذاری مناسبی داشته باشند و هم اینکه این فناوری‌ها نسبت به دیگر فناوری‌ها اثرگذاری بیشتری بر اجزاء توانمندی فناوری دارند.

نحوه کسب این فناوری‌ها با توجه به موقعیت قرارگیری این فناوری‌ها در نمودار این است که راهبرد حفظ موقعیت و سپس راهبرد توسعه برای این فناوری‌ها را باید در نظر گرفت. این فناوری ها، پایه های اساسی برای دستیابی به اهداف کلان می باشند. یعنی با این فناوری‌ها با توجه به جذابیت بالایی که دارند، هم می توان به اهداف کلان خودروهای خودران از قبیل: افزایش ایمنی، کاهش آلایندگی، کاهش ترافیک و بهبود رفاه مردم، بهبود کارآیی نظام حمل و نقل، و توسعه کسب و کارهای جدید در صنایع مختلف دست یافت و هم با توجه به توانمندی بالایی که دارند می‌توانند بر روی توانمندی های سخت افزاری، نیروی انسانی، نظام‌های مدیریتی و اطلاعات و دانش صنعت اثرگذار باشند. با توجه به موارد فوق، بنابراین صنعت خودرو و صنایع مرتبط با آن در این زمینه باید توان خود را در این فناوری‌ها حفظ نماید. البته در همه شرایط با توجه به تحولات فناورانه ناچار خواهند بود که سرمایه گذاری بر روی فناوری های جدید نماید و یا فناوری های موجود را بهبود دهد.

٥) **بحث در خصوص یافته‌های تحقیق در شکل ۳ در ناحیه دوم** (مرتبط با دو بحث انتخاب فناوری مناسب و همچنین نحوه کسب این فناوری توسط سازمان‌های یا بنگاه‌های مرتبط با خودروی خودران) : در ناحیه دوم این نمودار که در شکل ۳ بخش نتایج تحقیق حاضر ارائه شده ، مشخص است که این فناوری‌ها دارای توانمندی بالا و جذابیت پایین در آینده در صنایع مرتبط با فناوری خودروی خودران خواهند بود. تعداد ٢٦ فناوری از ٤٠ فناوری با رنگ آبی در نمودار شماره ۳، در این ناحیه دوم قرار گرفته اند. به طور نمونه، فناوری سامانه‌های موقعیت‌یابی و فناوری اتصال وسیله نقلیه به شبکه از این نوع فناوری‌ها هستند. این فناوری‌ها چون دارای توانمندی بالا و جذابیت پایین هستند، لذا بر اهداف کلان خودروهای خودران اثرگذاری کمتری خواهند داشت.

ضمنا نحوه کسب این فناوری‌ها با توجه به موقعیت قرارگیری این فناوری‌ها در نمودار این است که این فناوری‌ها بصورت تامین تقاضا از بیرون از صنعت و یا حتی تامین از خارج از کشور می‌باشد. با تامین این فناوری‌ها می‌توان به نوعی این فناوری‌ها را تامین و یا توسعه داد که آنها بتوانند جذابیت بیشتری نسبت به قبل داشته باشند تا در نهایت باعث رسیدن به اهداف کلی صنعت خودرو و صنایع مرتبط در زمینه خودروهای خودران از قبیل افزایش ایمنی، کاهش آلایندگی، کاهش ترافیک و موارد دیگر شوند.

٦) **بحث در خصوص یافته‌های تحقیق در شکل ۳ در ناحیه چهارم** (مرتبط با دو بحث انتخاب فناوری مناسب و همچنین نحوه کسب این فناوری توسط سازمان‌های یا بنگاه‌های مرتبط با خودروی خودران): در نهایت مطابق نتایج تحقیق حاضر در شکل ۳، تعداد ٦ عدد فناوری از ٤٠ فناوری در ناحیه چهارم قرار گرفته‌اند که دارای توانمندی پایین و جذابیت پایین

هستند. بنابراین در سرمایه گذاری در این فناوری‌ها باید محافظه کارانه برخورد نمود، چون بر اهداف کلان و اجزاء توانمندی های فناوری، اثرگذاری کمی خواهند داشت.

ضمناً نحوه کسب این فناوری‌ها با توجه به موقعیت قرارگیری این فناوری‌ها در نمودار این است که با توجه به جذابیت پایین نمی توانند صنعت را در رسیدن به اهداف کلان خود کمک نماید. از طرف دیگر به علت توانمندی پایین، نمی-توانند بر روی توانمندی‌های سخت افزاری، نیروی انسانی، نظام‌های مدیریتی و نظام‌های اطلاعاتی اثرگذاری مثبتی داشته باشند. لذا باید این فناوری‌ها را از بیرون از صنعت و یا از کشورهای توانمند تامین نمود.

٦- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج اخذ شده در بخش نتایج و بحث‌های صورت گرفته در این تحقیق می توان نتیجه گرفت که همه فناوری-های مرتبط با خودروی خودران نمی‌توانند دارای جذابیت و توانمندی مناسبی باشند. لذا با توجه به منابع محدود در سازمان‌ها یا بنگاه‌ها لازم است این فناوری های با جذابیت های مختلف و توانمندی های مختلف مشخص شوند تا بتوان با روش‌های مناسب برای هر کدام در جهت رسیدن به اهداف کلان صنعت خودرو و همچنین اثرگذاری مناسب بر روی همه اجزاء توانمندی های فناورانه گام برداشت. این امر زمانی می‌تواند به خوبی اجرا گردد که از همین الان این فعالیتها شروع شود و با توجه به خروجی این تحقیقات از جمله تحقیق حاضر، برنامه ریزی های راهبردی با توجه به نتایج تحقیقات انجام داد.

اگر این موارد انجام شود، می توان گفت احتمال اجرایی نمودن فناوری خودروی خودران از طریق توسعه یا از طریق واردات فناوری در کشور با قابلیت اطمینان و کارآیی بیشتری می تواند اجرا گردد و سود اقتصادی و رفاهی بهتری شامل حال مردم کشور ایران خواهد شد.

در مورد موضوعات تحقیقاتی برای آینده نیز پیشنهاد می شود که در موضوعاتی تحقیق شود که بتواند برای خروجی مقاله حاضر، برنامه ریزی راهبردی و برنامه ریزی اجرایی تهیه نماید تا مکمل این تحقیق باشد.

References منابع

[1] HosseinZadeh M., Mehregan, M.R., & Kiani, M. (2013). **Operations Research: Science or Technology? Why is it important?**, *Journal of Science & Technology Policy*, Volume 5, Number 4, Summer .{In Persian}.

[2] Safdari Ranjbar, M., Rahmanseresht, H., Manteghi, M., & Ghazinoori, S. (2018). **Sectoral Innovation System of a Complex Product System Industry: Gas Turbine**. *Journal of Science & Technology Policy*, 9(4), 55-70. DOI: 10.22034/jstp.2018.9.4.538371. {In Persian}.

[3] Radfar, Reza., Khamseh, Abbas., Madani, Hesameddin.(2009), **Technology Commercialization as the Effective Function in Technology and Economy Development**, *Roshd -e- Fanavari*, 20(5),1-10.

[4] Singh, S., (2015). **Critical Reasons for Crashes Investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey**. (traffic safety facts crash•Stats). Washington, DC: national highway traffic safety administration. *13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. Pp. 2–3.

[5] NHTSA(2015). **Traffic Safety Facts 2015: A Compilation of Motor Vehicle Crash Data Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System,** *Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration*, Washington, DC, USA, Tech. Rep. DOT HS 812 384.

[6] Maddah, Mehdi., Rezaei, Alireza., and Mirfallah Nasiri, Nematullah., **Investigation of Statistics and Accidents and Road Fatalities**, *Research Institute of Statistics*, March 2018, Report code: EC-4-4-2-98-06. 2018. {In Persian}.

[7] C. You, J. Lu, and P. Tsiotras, **Nonlinear Driver Parameter Estimation and Driver Steering Behavior Analysis for ADAS Using Field Test Data,** *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 47, no. 5, pp. 686–699, 2017.

[8] Saeb K, Maryam M, Saeed K. **Air Pollution Estimation From Traffic Flows in Tehran Highways**. *Current World Environ* 2017 Jun 23;7(1). {In Persian}.

[9] Kakouei A, Vatani A, Idris AK. **An Estimation of Traffic Related CO 2 Emissions from Motor Vehicles in the Capital City of, Iran**. *Iranian journal of environmental health science & engineering*. 2012 Dec;9(1):13. {In Persian}.

[10] Bidova, S., and Hassanzadeh, M. (2017). **Environmental Investigation of the Automotive Industry and Ways to Reduce its Pollution**. *Environmental Research and Technology*, 3(4), 1-7. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=441873. {In Persian}.

[11] **Transportation and Energy Information of the Country**, *Research Institute of Basic Applied Sciences of Jahad Academic*, 1390. {In Persian}.

[12] Skeete, J., (2018). **Level 5 Autonomy: the New Face of Disruption in Road Transport**. *Technological Forecasting & Social Change* 134, 22–34 (September).

Media, LLC, part of Springer Nature 2021, https://doi.org/10.1007/s12083-021-01073-x.
[27] Alam, Furgan., Mehmood, Rashid., and Katib, Iyad., D2TFRS., (2018). **An Object Recognition Method for Autonomous Vehicles Based on RGB and Spatial Values of Pixels**, © ICST *Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering* 2018, R. Mehmood et al. (Eds.): SCITA 2017, LNICST 224, pp. 155–168, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94180-6_16.
[28] K.-H.N. Bui, J.J. Jung,(2017). **Internet of Agents Framework for Connected Vehicle**s: A case study on **Distributed Traffic Control System,** *J. Parallel Distrib. Comput*. (2017), https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2017.10.019.
[29] Wang, Wei., Zhou, Feng., Li, Wayne.,(2018). **Designing the Product- Service System for Autonomous Vehicles**, Published by the *IEEE Computer Society* 1520-9202/18/$33.00 _2018 IEEE.
[30] Melanie Swan. (2015). **Connected Car: Quantified Self Becomes Quantified Car**. *J. Sens. Actuat. Netw*. 4, 1 (Feb. 2015), 2–29.
[31] Sibel Yenikaya, Gokhan Yenikaya, and Ekrem Duven. (2013). **Keeping the Vehicle on the Road a Survey on on-Road Lane Detection Systems**. *Comput. Surv*. 46, 1 (Oct. 2013).
[32] Linas Baltrunas, Marius Kaminskas, Bernd Ludwig, Omar Moling, Francesco Ricci, Aykan Aydin, Karl- Heinz Luke, and Roland Schwaiger. (2011). InCarMusic: **Context-Aware Music Recommendations in a Car**. *EC-Web* 11 (2011), 89–100.
[33] T. Luan, R. Lu, X. Shen, and F. Bai. (2015). **Social on the Road: Enabling Secure and Efficient Social Networking on Highways**. *IEEE Wireless Commun*. 22, 1 (Feb. 2015), 44–51.
[34] Chunhua Liu, K. T. Chau, Diyun Wu, and Shuang Gao. (2013). **Opportunities and Challenges of Vehicle-to Home, Vehicle-to-Vehicle, and Vehicle-to-Grid Technologies**. *Proc. IEEE* 101, 11 (Nov. 2013), 2409–2427.
[35] Lee Boon-Leng, Lee Dae-Seok, and Lee Boon-Giin. (2015). **Mobile - Based Wearable-Type of Driver Fatigue Detection by GSR and EMG**. *In TENCON 2015–2015 IEEE Region 10 Conference*. 1–4.
[36] Quartsoft. (2013). **How Honda's V2V And V2P Technology Uses Smartphones to Save Lives?** Retrieved Sep 2013 from *http://quartsoft.com/blog/201309/honda-v2v-v2p-technology-smartphones#sthash.*
[37] Chandra Saha, G., Islam, N.,(1998). **Technological Information for Technology Strategy Management**, *in international Journal of the Computer, the Internet and Managent*, vol.6, No3,(1998).
[38] Sbati, Hossein., Karimian, Amir Hoshang., and Aghapour, Hamid.(2016). **Getting to know the Basics and Patterns of Technology Strategy Implementation along with a Case Study in Three Industrial Fields**, *Publication: Tehran, Aindeh Pajoh*, (In Persian).
[13] LaFrance, A.(2018). **Self-driving Cars Could Save 300,000 Lives Per Decade in America**. *The Atlantichttps://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/09/self-drivingcars-could-save-300000-lives-per-decade-in-america/407956/, Accessed date: 17.*July 2018.
[14] Pettigrew, S., (2017). **Why Public Health Should Embrace the Autonomous Car**. Aust. N. Z. J. Public Health 41 (1), 5–7.
[15] **Fuel Consumption Guide for Iranian light Vehicles**, *Fuel consumption optimization company, energy optimization management in the transportation sector*, standard affairs, compilation of fuel consumption criteria and tables, 2015. {In Persian}.
[16] **Transportation and Energy Information of the Country**, *Research Institute of Basic Applied Sciences of Jahad Academic*, 1390. {In Persian}.
[17] Aarabi, M.,(2018). **Technology Strategy**, *Mahkame publication*, Tehran, Iran .{In Persian}.
[18] Khalil, T. M.,(2000). **Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation**, *McGraw Hill.*
[19] Danila, N., **"Strategic Evaluation and Selection of R&D Project"** *R&D Management*, Vol. 19, No. 1, (1989).
[20] Gora.P, Rub. I,(2007). **Traffic Models for Self-driving Connected Cars**, *Transportation Research Procedia*, 14 (2016) 2207–2216. Doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.236.
[21] Ahn Jinsoo., Kim, Young Yong., and Kim, Ronny Yongho.,(2018). **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.
[22] Madeleine de Cock Buning, Lucky Belder & Roeland W. de Bruin, Working paper(2016). **Mapping the Legal Framework for the Introduction into Society of Robots as Autonomous Intelligent Systems**, at p. 3-4, available on the Internet at *http://www.caaai .eu/wp-content/uploads/2012/08/Mapping-L_N-fw-for-AIS.pdf (last accessed on 28 January 2016).*
[23] Clarck, K., et al., (1995). **Technology Strategy in UK firms**, *Technology Analysis & Strategic Managemen*t, (1995).
[24] Lonita, Silviu., (2017). **Autonomous Vehicles: from Paradigms to Technology**, IOP Conf. Series: *Materials Science and Engineering* 252 (2017) 012098 doi:10.1088/1757-899X/252/1/012098.
[25] Chai, Linguo., Cai, Baigen., ShangGuan, Wei., Wang, Jian., and Wang, Huashen.,(2017). **Basic Simulation Environment for Highly Customized Connected and Autonomous Vehicle Kinematic Scenarios**, *Sensors* 2017, 17, 1938; doi:10.3390/s17091938.
[26] Reebadiya, Dakshita., Rathod, Tejal., Gupta, Rajesh., Tanwar, Sudeep., and Kumar, Neeraj.,(2021). **Blockchain-based Secure and Intelligent Sensing Scheme for Autonomous Vehicles Activity Tracking Beyond 5G Networks**, © *Springer Science+Business*