چالش‌های نهادی و قانونی به‌کارگیری هوش مصنوعی در ایمنی راه ایران: رهیافت تحلیل مضمون مصاحبه با خبرگان

مقاله علمی – پژوهشی

مهران غلامی، استادیار، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
پریسا بازدار اردبیلی، استادیار، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
*پیمان پژمان زاد (نویسنده مسئول)، دانش آموخته دکتری، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: P.pejmanzad@bhrc.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۰۳– پذیرش: ۱۴۰۵/۰۸/۱۵
صفحه ۵۸۲-۵۷۱

چکیده

به‌کارگیری هوش مصنوعی در ایمنی راه، افزون بر ظرفیت فنی سامانه‌ها، به کیفیت و دسترس‌پذیری داده‌ها، هماهنگی بین‌دستگاهی و روشن بودن ترتیبات حقوقی وابسته است. هدف این پژوهش، شناسایی چالش‌های نهادی و قانونی این حوزه در ایران و تبیین ارتباطات ادراک‌شده میان آن‌هاست. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۲۰ خبره گردآوری و با رویکرد تحلیل مضمون بررسی شد. نمونه‌گیری هدفمند بود و مشارکت‌کنندگان از چهار گروه شامل پلیس راه، دانشگاه، شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل و شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه راه انتخاب شدند. تحلیل گزارش‌شده به ۴۵ کد اولیه، ۱۹ مضمون فرعی و پنج مضمون اصلی انجامید؛ مقاله حاضر دو مضمون نهادی-حاکمیتی و قانونی-مقرراتی را بررسی می‌کند. یافته‌ها از دیدگاه مشارکت‌کنندگان نشان می‌دهد دشواری هماهنگی، محدودیت تبادل داده و ابهام در مسئولیت‌ها به‌هم‌پیوسته‌اند. همچنین مرور اسناد حقوقی نشان می‌دهد که برخی تکالیف مرتبط با ثبت و دسترسی به داده‌های تصادفات در قوانین و مقررات موجود پیش‌بینی شده‌اند؛ بنابراین، مسئله را نباید صرفاً «فقدان قانون» دانست، بلکه باید کفایت، انسجام، اجرا و تناسب قواعد موجود با کاربردهای هوش مصنوعی را بررسی کرد. در پایان، چارچوبی تفسیری و پیشنهادهایی برای ممیزی حقوقی، حکمرانی داده و هماهنگی بین‌دستگاهی ارائه می‌شود. این روابط، فرضیه‌های تفسیری‌اند و به‌منزله روابط علّی اثبات‌شده تلقی نمی‌شوند.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، ایمنی راه، حکمرانی داده، هماهنگی بین‌دستگاهی، موانع قانونی، تحلیل مضمون

۱-مقدمه

به‌کارگیری هوش مصنوعی در ایمنی راه‌ها به عوامل مختلفی وابسته است و نمی‌توان آن را صرفاً با توسعه فناوری یا بهبود عملکرد الگوریتم‌ها محقق کرد. حتی اگر یک سامانه از نظر فنی عملکرد مناسبی داشته باشد، نبود داده‌های قابل اتکا، دشواری دسترسی به اطلاعات، مشخص نبودن مسئولیت دستگاه‌ها یا فقدان سازوکار مناسب برای تبادل داده می‌تواند استفاده عملی از آن را با مشکل روبه‌رو کند. از سوی دیگر، اجرای چنین سامانه‌هایی به نیروی انسانی متخصص، منابع مالی کافی و ضوابط روشن برای دسترسی و استفاده از داده‌ها نیاز دارد. بنابراین، بررسی شرایط نهادی و قانونی در کنار ملاحظات فنی، برای شناخت موانع به‌کارگیری هوش مصنوعی در ایمنی راه ضروری است. این پژوهش با هدف شناسایی موانع نهادی و

قانونی به‌کارگیری هوش مصنوعی در ایمنی راه‌های ایران و بررسی ارتباط میان آن‌ها انجام شده است. در این مقاله، از میان مضامین استخراج‌شده از مصاحبه‌ها، دو محور «چالش‌های نهادی و حاکمیتی» و «چالش‌های قانونی و مقرراتی» مورد توجه قرار گرفته‌اند. انتخاب این دو محور از آن جهت اهمیت دارد که نحوه تقسیم مسئولیت‌ها، همکاری میان دستگاه‌ها و روشن بودن الزامات قانونی می‌تواند بر امکان توسعه و استفاده از سامانه‌های هوش مصنوعی اثر بگذارد. پرسش اصلی مقاله این است که خبرگان چه موانع نهادی و قانونی را در این زمینه شناسایی می‌کنند و این موانع، بر اساس تجربه و دیدگاه آنان، چه ارتباطی با یکدیگر دارند.

۲-پیشینه تحقیق

در ادبیات پیاده‌سازی فناوری و ارزیابی سیاست، مانع به هر عاملی گفته می‌شود که جریان نوآوری یا پذیرش فناوری را کند، محدود یا متوقف می‌کند. Hadjimanolis(2003) در مرور جامع خود بر ادبیات موانع نوآوری، مانع را هر عاملی تعریف می‌کند که بر فرآیند نوآوری تأثیر منفی می‌گذارد و تأکید دارد که موانع، نه استثنا بلکه قاعده‌ای رایج در فرآیند نوآوری‌اند. Aarikka-Stenroos & Sandberg (2014) نیز در مرور نظام‌مند خود نشان می‌دهند که موانع نوآوری رادیکال با موانع نوآوری تدریجی متفاوت‌اند. این تمایز برای پژوهش حاضر اهمیت دارد، زیرا به‌کارگیری هوش مصنوعی در ایمنی راه را می‌توان یک نوآوری رادیکال دانست که با موانعی متفاوت از نوآوری‌های تدریجی مواجه است.

دو نکته در این تعریف اهمیت دارد. نخست، مانع فقط «نبود» نیست؛ گاهی یک ترتیب نهادی موجود، خودش مانع می‌شود. Scott(1995) در اثر بنیادین خود درباره نهادها و سازمان‌ها، محیط نهادی را به سه ستون تنظیمی، هنجاری و شناختی تقسیم می‌کند. از این منظر، موانع نهادی می‌توانند ریشه در قوانین و مقررات (ستون تنظیمی)، ارزش‌ها و هنجارهای حرفه‌ای (ستون هنجاری) یا الگوهای فکری و باورهای نهادینه‌شده (ستون شناختی) داشته باشند. این سه‌گانه، چارچوب مفیدی برای فهم اینکه چرا یک دستگاه ممکن است فناوری کارآمدی را در اختیار داشته باشد اما آن را در عمل به کار نگیرد، فراهم می‌کند. دوم، مانع لزوماً به‌صورت مستقیم اثر نمی‌گذارد. D'Este et al. (2012) میان دو نوع مانع تمایز می‌گذارند: موانع «آشکار» که بازتاب دشواری فرآیند نوآوری و تجربه یادگیری ناشی از آن‌اند، و موانع «بازدارنده» که سازمان‌ها را از ورود به فعالیت نوآورانه بازمی‌دارند. برخی موانع مانع از شروع پروژه‌های هوش مصنوعی می‌شوند (موانع بازدارنده)، در حالی که برخی دیگر روند اجرا و بهره‌برداری را کند می‌کنند (موانع آشکار). ادبیات حوزه پیاده‌سازی فناوری، دسته‌بندی‌های متفاوتی از موانع ارائه کرده است که می‌توان آن‌ها را در دو گروه کلی جای داد. گروه نخست، دوگانه‌های کلاسیک‌اند: Hadjimanolis (2003) موانع را به «درونی» (کمبود منابع، مقاومت کارکنان، ضعف مهارت‌ها) و «بیرونی» (تقاضای نامطمئن، مقررات، شرایط بازار) تقسیم می‌کند. گروه دوم، چارچوب‌های چندبعدی‌اند: Raj et al.(2020) با چارچوب فناوری-سازمان-محیط، موانع را به سه گروه فناورانه (نبود استانداردها و زیرساخت‌های ارتباطی)، سازمانی (مقاومت کارکنان و نبود مهارت‌ها) و محیطی (عدم حمایت دولت و نبود قوانین حمایتی) تقسیم می‌کنند. Damschroder et al.(2009) درچارچوب CFIR، عوامل مؤثر بر اجرا را در پنج حوزه دسته‌بندی می‌کنند: ویژگی‌های مداخله، محیط بیرونی، محیط درونی، ویژگی‌های فردی و فرآیند اجرا. Cinar et al. (2019) نیز بر تفاوت میان موانع «سخت» (کمبود منابع، ساختارهای بوروکراتیک، مقررات دست‌وپاگیر) و موانع «نرم» (مقاومت فرهنگی، نگرش‌های منفی به تغییر، ضعف در یادگیری سازمانی) تأکید می‌کنند. در حوزه ایمنی راه و کاربردهای داده‌محور، دسته‌بندی رایج‌تر شامل پنج گروه است: موانع فنی و زیرساختی، موانع نهادی و حاکمیتی، موانع قانونی و مقرراتی، موانع فرهنگی و اجتماعی، و موانع اقتصادی و منابع. این دسته‌بندی، پایه اولیه تحلیل مضمون در این پژوهش را فراهم کرد. در مرحله کدگذاری، کدهای اولیه بر اساس همین پنج حوزه سازمان یافتند و در نهایت پنج مضمون اصلی شکل گرفت.

۳-روش تحقیق

۳-۱-طرح پژوهش

این پژوهش با رویکرد کیفی و با استفاده از تحلیل مضمون انجام شد. برای سامان‌دهی فرآیند تحلیل، از چارچوب شش‌مرحله‌ای Braun & Clarke (2006) استفاده شد: آشنایی با داده‌ها، تولید کدهای اولیه، جست‌وجوی مضامین، بازبینی مضامین، تعریف و نام‌گذاری مضامین و تهیه گزارش. در کنار این مراحل، توافق میان دو کدگذار نیز به‌عنوان شاخصی کمکی برای مستندسازی فرآیند کدگذاری بررسی شد.

Guest et al.(2012) توضیح می‌دهند که معیارهای پایایی، در صورت استفاده محتاطانه و نه به‌عنوان تنها معیار کیفیت تحلیل، می‌توانند به شفافیت روش کمک کنند. بر همین اساس، ضریب توافق در این پژوهش صرفاً برای گزارش میزان هم‌خوانی کدگذاری‌ها ارائه شده است و به‌تنهایی معیار کیفیت یا اعتبار تفسیرها تلقی نمی‌شود.

۳-۱-روایی و پایایی

برای بررسی کیفیت تحلیل، مضامین استخراج‌شده از نظر انسجام مفهومی، ارتباط با داده‌های مصاحبه و تناسب با پرسش‌های پژوهش بازبینی شدند. همچنین بررسی شد که آیا مضامین فرعی هر مضمون اصلی از نظر مفهومی با یکدیگر ارتباط دارند و آیا هر مضمون به موضوع پژوهش مربوط است. افزون بر این، نتایج در جلسه‌ای با حضور پنج نفر از خبرگان شرکت‌کننده در مصاحبه‌ها مطرح شد تا برداشت‌ها و تفسیرهای پژوهشگران با دیدگاه آنان مقایسه شود. این مرحله به‌عنوان نوعی بازبینی نتایج توسط مشارکت‌کنندگان انجام شد.

برای بررسی میزان توافق در کدگذاری، در نسخه اولیه پژوهش گزارش شده است که دو نفر از اعضای تیم، ۲۰ درصد از مصاحبه‌ها را به‌طور مستقل کدگذاری کرده‌اند و ضریب کاپای کوهن ۰/۸۲ به دست آمده است. این شاخص فقط میزان توافق بر اساس روش محاسبه شده را نشان می‌دهد و به‌تنهایی اعتبار تفسیرها را اثبات نمی‌کند. برای بازتولیدپذیری، باید در نسخه نهایی مشخص شود ۲۰ درصد شامل کدام مصاحبه‌ها یا چه تعداد از واحدهای کدگذاری بوده، واحد کدگذاری چه تعریف عملیاتی داشته، کدگذاران از چه دستورالعملی استفاده کرده‌اند و کاپا بر اساس چه ماتریس توافقی محاسبه شده است.

درج عدد ۰/۸۲ منوط به تأیید آن با فایل‌ها و سوابق واقعی تحلیل است.

۳-۲- مشارکت‌کنندگان و روش نمونه‌گیری

مشارکت‌کنندگان پژوهش از میان کارشناسان و مدیران حوزه حمل‌ونقل و هوش مصنوعی در پلیس راه، وزارت راه و شهرسازی، دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان انتخاب شدند. نمونه‌گیری به صورت هدفمند بود؛ یعنی افراد بر اساس ارتباط تجربه و تخصصشان با پرسش پژوهش انتخاب شدند، نه به‌صورت تصادفی. هدف این بود که با افرادی گفت‌وگو شود که تجربه عملی یا دانش تخصصی مرتبطی دارند و بتوانند درباره موانع مورد بررسی اطلاعات مفیدی ارائه کنند. برای انتخاب مشارکت‌کنندگان، سه معیار در نظر گرفته شد: دست‌کم ۱۰ سال سابقه کار مرتبط، سابقه مدیریتی یا پژوهشی در حوزه ایمنی راه یا هوش مصنوعی، و تمایل به شرکت در پژوهش. این معیارها با این هدف تعیین شدند که افراد انتخاب‌شده از تجربه کافی برای اظهارنظر درباره موضوع برخوردار باشند. در مجموع، ۲۰ نفر در مصاحبه‌ها شرکت کردند: پنج کارشناس پلیس راه، پنج استاد دانشگاه، پنج مدیر شرکت دانش‌بنیان فعال در حوزه سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل (ITS) و پنج مدیر شرکت دانش‌بنیان فعال در حوزه راه. این ترکیب امکان بررسی موضوع از دیدگاه‌های اجرایی، دانشگاهی و بخش خصوصی را فراهم کرد. البته هر یک از این گروه‌ها نماینده همه دیدگاه‌های موجود در آن حوزه نیستند و یافته‌ها باید با توجه به ترکیب همین نمونه تفسیر شوند. بر اساس تحلیل انجام شده، پس از مصاحبه چهاردهم مضمون تازه‌ای به فهرست اضافه نشد و در مصاحبه‌های بعدی، پاسخ‌ها بیشتر حول موضوعات قبلی تکرار شدند. با این حال، مصاحبه‌ها تا نفر بیستم ادامه یافت تا دیدگاه‌های گروه‌های مختلف نیز در داده‌ها حضور داشته باشد. بنا بر گزارش پژوهش، سه مصاحبه پایانی نیز مضمون تازه‌ای به همراه نداشتند. بنابراین، کفایت نمونه بر پایه تکرار مضامین در مصاحبه‌های پایانی و تنوع سازمانی و تخصصی مشارکت‌کنندگان ارزیابی شد. اصطلاح «اشباع» در اینجا به همین معنای عملیاتی به کار رفته است.

۳-۳-ابزار گردآوری داده

ابزار گردآوری داده‌ها، مصاحبه نیمه ساختاریافته بود. مصاحبه نیمه‌ساختاریافته در پژوهش کیفی، روشی است که در آن پژوهشگر یک راهنمای مصاحبه با سؤالات از پیش تعیین شده دارد، اما در جریان مصاحبه انعطاف نشان می‌دهد و بر اساس پاسخ‌های مشارکت‌کننده، سؤالات را بسط می‌دهد یا تغییر می‌دهد. این روش، هم امکان جمع‌آوری داده‌های نظام‌مند را فراهم می‌کند و هم به مشارکت‌کننده اجازه می‌دهد تجربه و دیدگاه خود را با جزئیات بیان کند. راهنمای مصاحبه شامل ۱۵ سؤال در پنج حوزه بود: ارزیابی وضعیت موجود ایمنی راه‌ها، شناخت چالش‌های فنی و زیرساختی، شناخت چالش‌های نهادی و قانونی، شناخت چالش‌های فرهنگی و اقتصادی، و اولویت‌بندی راهکارها. این پنج حوزه بر اساس مرور ادبیات و چارچوب نظری پژوهش طراحی شدند تا اطمینان حاصل شود که سؤالات، ابعاد مختلف موضوع را پوشش می‌دهند و به پرسش پژوهش پاسخ می‌دهند. مدت هر مصاحبه بین ۴۰ تا ۴۵ دقیقه بود. مصاحبه‌ها با رضایت مشارکت‌کنندگان ضبط و سپس پیاده‌سازی شدند. پیش از شروع مصاحبه، هدف پژوهش، محرمانه بودن پاسخ‌ها و حق انصراف در هر زمان به مشارکت‌کنندگان توضیح داده شد. در جریان مصاحبه، پژوهشگر از سؤالات کاوشی مانند «می‌توانید مثالی بزنید؟» یا «منظورتان را بیشتر توضیح می‌دهید؟» استفاده کرد تا پاسخ‌ها عمیق‌تر و دقیق‌تر شوند.

۳-۴-روش تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها با روش تحلیل مضمون و بر اساس چارچوب شش‌مرحله‌ای Clarke & Braun (2006) انجام شد. این شش مرحله عبارت‌اند از: آشنایی با داده‌ها، تولید کدهای اولیه، جست‌وجوی مضامین، بازبینی مضامین، تعریف و نام‌گذاری مضامین، و تهیه گزارش. در ادامه، هر مرحله به‌طور مختصر توضیح داده می‌شود. مرحله اول، آشنایی با داده‌ها. متن کامل مصاحبه‌ها چندین بار خوانده شد. در این مرحله، یادداشت‌های اولیه درباره ایده‌ها، الگوهای تکرارشونده و نکات برجسته برداشت شد. هدف این مرحله، غرق شدن در داده‌ها و کسب درک کلی از محتوای آن‌ها بود. مرحله دوم، تولید کدهای اولیه. به هر بخش از داده‌ها که به پرسش پژوهش مرتبط بود، یک کد اختصاص یافت. کدها به صورت استقرایی از داده‌ها استخراج شدند؛ یعنی پژوهشگر بدون تحمیل چارچوب پیش‌بینی، به دنبال معانی و الگوهای موجود در داده‌ها رفت. در این مرحله، ۴۵ کد اولیه استخراج شد.

مرحله سوم، جست‌وجوی مضامین. کدهای اولیه بر اساس شباهت مفهومی در ۱۹ مضمون فرعی دسته‌بندی شدند. در این مرحله، از چارچوب نظری موجود در ادبیات، مانند دسته‌بندی PIARC از موانع (PIARC,2024)، نیز به‌عنوان راهنما استفاده شد. بنابراین، رویکرد تحلیلی این پژوهش را می‌توان استقرایی-قیاسی دانست: کدهای اولیه استقرایی بودند، اما در مرحله دسته‌بندی از چارچوب‌های نظری موجود نیز بهره گرفته شد. مرحله چهارم، بازبینی مضامین. مضامین فرعی در ۵ مضمون اصلی ادغام شدند. در این مرحله، ارتباط مضامین با کدهای اولیه و با کل داده‌ها بررسی شد. مضامینی که از نظر مفهومی هم‌پوشانی داشتند یا با داده‌ها همخوانی کافی نداشتند، اصلاح یا ادغام شدند. مرحله پنجم، تعریف و نام‌گذاری مضامین. هر مضمون اصلی و فرعی نام‌گذاری و تعریف شد. در این مرحله، مرزهای هر مضمون مشخص شد و رابطه آن با سایر مضامین روشن گردید. مرحله ششم، تهیه گزارش. یافته‌ها در قالب جدول‌ها و نقل‌قول‌های مستقیم از مصاحبه شوندگان ارائه شد. در این گزارش، نقل‌قول‌ها به‌عنوان شواهد مستقیم برای پشتیبانی از مضامین به کار رفتند. در این پژوهش، اصطلاحات «کدگذاری باز، محوری و گزینشی» به کار نرفته است؛ زیرا این اصطلاحات به برخی صورت‌بندی‌های نظریه زمینه‌ای تعلق دارند و نباید بدون توجیه به تحلیل مضمون منتقل شوند. ابزار تحلیل، نرم‌افزار MAXQDA برای کدگذاری و مدیریت داده‌ها بود.

۴-یافته‌ها

تحلیل مضمون مصاحبه‌ها، بر اساس گزارش پژوهش، به شناسایی ۴۵ کد اولیه، ۱۹ مضمون فرعی و پنج مضمون اصلی انجامید. جدول ۱ مضامین اصلی و فرعی را نشان می‌دهد. مقاله حاضر بر دو مضمون «چالش‌های نهادی و حاکمیتی» و «چالش‌های قانونی و مقرراتی» تمرکز دارد. در مجموع تعداد ۴۵ کد و ۱۹ مضمون فرعی استحصال گردید.

جدول ۱. مضامین اصلی و فرعی حاصل از تحلیل مضمون

مضمون اصلی	مضامین فرعی	تعداد کدها
چالش‌های فنی و زیرساختی	کمبود داده‌های استاندارد؛ ضعف زیرساخت ارتباطی؛ محدودیت دسترسی به سخت‌افزار؛ فرسودگی جاده‌ها	۱۲
چالش‌های نهادی و حاکمیتی	نبود هماهنگی بین دستگاه‌ها؛ نبود نهاد متولی واحد؛ ضعف ساختارهای تصمیم‌گیری؛ نبود برنامه ملی یکپارچه	۱۰
چالش‌های قانونی و مقرراتی	نبود قوانین حمایتی؛ ابهام در مسئولیت مدنی؛ ضعف قوانین حریم خصوصی؛ نبود استانداردهای ملی	۸
چالش‌های فرهنگی و اجتماعی	پذیرش اجتماعی پایین؛ مقاومت در برابر تغییر؛ بی‌اعتمادی به داده و فناوری	۸
چالش‌های اقتصادی و منابع	کمبود سرمایه‌گذاری؛ هزینه بالای نگهداری؛ نبود بازار تضمین‌شده	۷

٤-۱-تحلیل مضمون چالش‌های نهادی و حاکمیتی

٤-۱-۱-نبود هماهنگی بین دستگاه‌ها

موازی‌کاری، به اشتراک گذاشته نشدن داده‌ها و نبود سازوکار تبادل، از مشکلاتی بود که بیشتر مشارکت‌کنندگان به آن اشاره کردند. یکی از مدیران راهداری در مصاحبه ۳ گفت: «هر نهادی داده‌های خودش را دارد و حاضر نیست آن‌ها را به اشتراک بگذارد. ما در سامانه تصادفات، سه ماه فقط صرف رایزنی برای دریافت داده کردیم.» این موضوع حاکی از آن است که مدیران هنوز به داده اعتماد ندارند. به عبارت دیگر، تصمیم‌گیری داده‌محور هنوز در عمل جایگاه تثبیت‌شده‌ای پیدا نکرده است.

٤-۱-۲-نبود نهاد متولی واحد

کارشناس پلیس راه در مصاحبه ۷ گفت: «اگر قرار باشد هوش مصنوعی به کار بگیریم، اول باید مشخص شود چه کسی مسئول است. الان هر پروژه‌ای که شروع می‌شود، بعد از مدتی رها می‌شود؛ چون بدون متولی اصلی، هماهنگی بین سازمان‌های ذی‌نفع به‌هم می‌ریزد.» این اظهارنظر نشان می‌دهد که رها شدن پروژه‌ها و ابهام در مسئولیت، در تجربه این کارشناس به هم گره خورده‌اند. البته این جمله فقط نشان‌دهنده هم‌زمانی این دو مشکل است و به‌تنهایی ثابت نمی‌کند که ضعف هماهنگی، علت مستقیم ابهام در مسئولیت بوده است.

٤-۱-۳-ضعف ساختارهای تصمیم‌گیری

برخی مشارکت‌کنندگان به بی‌اعتمادی به داده، تصمیم‌گیری بر اساس تجربه و نبود سامانه تصمیم‌یار اشاره کردند. یکی از مدیران شرکت دانش‌بنیان گفت: «برخی مدیران هنوز به داده اعتماد ندارند. ترجیح می‌دهند بر اساس تجربه خودشان تصمیم بگیرند.» این نقل‌قول نگرش گزارش شده یک مشارکت‌کننده را بازتاب می‌دهد؛ برای نتیجه‌گیری درباره فراگیری این نگرش یا رابطه علّی آن با نبود سامانه تصمیم‌یار، شواهد بیشتری لازم است.

٤-۱-٤- نبود برنامه ملی یکپارچه

استاد دانشگاه در مصاحبه ۱۰ گفت: «وقتی همه دستگاه‌ها خودشان را مسئول می‌دانند ولی هیچ‌کدام اختیار هماهنگی ندارند، هر کس برنامه خودش را می‌نویسد. ما برنامه ملی واحد نداریم؛ چون نهادی نیست که همه را دور یک میز جمع کند.» این نقل‌قول، پیوند میان نبود متولی و نبود برنامه ملی را روایت می‌کند. با این حال، رابطه جهت‌دار میان این دو در داده‌های حاضر آزمون نشده است.

۵-تحلیل مضمون چالش‌های قانونی و مقرراتی

۵-۱-نبود قوانین حمایتی

برخی مشارکت‌کنندگان معتقد بودند نبود مشوق یا الزام کافی برای توسعه بازار فناوری‌های ایمنی راه، مانع سرمایه‌گذاری شده است. یکی از مدیران شرکت دانش‌بنیان در این باره گفت: «ما فناوری را داریم اما هیچ قانونی ما را حمایت نمی‌کند. اگر خودرو سازان ملزم به نصب سامانه‌های هشدار باشند، بازار ما تضمین می‌شود. اما الان الزامات کافی وجود ندارد.» این نقل‌قول برداشت مشارکت‌کننده از محیط مقرراتی و بازار را نشان می‌دهد و به‌تنهایی نبود حمایت قانونی را به‌صورت حقوقی اثبات نمی‌کند.

۵-۲-ابهام در مسئولیت مدنی

مشارکت‌کنندگان از ابهام در تقسیم مسئولیت در صورت بروز حادثه مرتبط با سامانه‌های هوشمند ابراز نگرانی کردند. این نگرانی به‌خودی‌خود اثبات نمی‌کند که در حقوق ایران هیچ قاعده‌ای وجود ندارد. قانون مسئولیت مدنی، به‌ویژه مواد ۱ و ۲، مبنای عامی برای جبران زیان ناشی از فعل زیان‌بار یا بی احتیاطی فراهم می‌کند؛ همچنین مواد ۱۴۰ تا ۱۴۵ قانون مجازات اسلامی اصولی درباره مسئولیت کیفری، شخصی بودن آن و لزوم احراز تقصیر در جرایم غیرعمدی بیان می‌کنند. بااین حال، تطبیق این قواعد عمومی با سناریوهای خاص خطای سامانه‌های هوش مصنوعی- از جمله نقش تولیدکننده، بهره بردار، متولی داده و تصمیم‌گیر انسانی - به تحلیل حقوقی موردی نیاز دارد و از مرور حاضر نمی‌توان نتیجه گرفت که مسئله کاملاً حل‌شده یا فاقد قاعده است. (قانون مسئولیت مدنی، ۱۳۳۹، مواد ۱ و ۲؛ قانون مجازات اسلامی، ۱۳۹۲، مواد ۱۴۰ تا ۱۴۵)

۵-۳-ضعف قوانین حریم خصوصی

مشارکت‌کنندگان درباره حریم خصوصی و نحوه استفاده از داده‌های رفتاری نگرانی‌هایی مطرح کردند. یکی از کار شنا سان پلیس راه در این باره گفت: «رانندگان ما به دوربین‌های داخل خودرو عمومی اعتماد ندارند. فکر می‌کنند می‌خواهیم آن‌ها را کنترل کنیم. تا این فرهنگ عوض نشود، هر سامانه‌ای نصب کنیم، یا خاموش می‌شود یا تخر یب.» این گف ته، نگرانی مشارکت‌کننده درباره پذیرش اجتماعی و اعتماد را بازتاب می‌دهد؛ اما به‌تنهایی وجود یا فقدان قاعده حقوقی مشخص را اثبات نمی‌کند. ازاین‌رو، ادعای مربوط به خلأ حقوقی باید با بررسی اسناد قانونی و مقرراتی سنجیده شود.

۵-۴-نبود استانداردهای ملی داده

برخی مشارکت‌کنندگان بر لزوم همسانی قالب داده‌ها و پروتکل‌های مشترک تأکید کردند. گزارش PIARC نیز کیفیت داده، حکمرانی داده و آمادگی نیروی انسانی را از عوامل مهم استقرار هوش مصنوعی در بخش راه می‌داند (PIARC, ۲۰۲۴). بااین‌حال، ادعای نبود استاندارد ملی مشخص، بدون فهرست‌برداری از ا ستانداردها و د ستورالعمل‌های موجود قابل تأیید نیست.

۵-۵-تحلیل روابط بین موانع: مدل مفهومی ـ تفسیری

مدل زیر، تفسیر تحلیلی نویسندگان از ارتباط میان مضامین برآمده از مصاحبه‌هاست. شواهد هر رابطه در ادامه آمده است.

رابطه تفسیری ۱ - محدودیت یا ناهمسانی داده و دشواری هماهنگی: نقل‌قول مصاحبه ۳ از د شواری دریافت داده حکایت دارد. این شاهد، تجربه یک مشارکت‌کننده را نشان می‌دهد و برای تعمیم آن به همه د ستگاه‌ها باید شواهد بی شتری برر سی شود.

رابطه تفسیری ۲- ابهام مسئولیت و دشواری هماهنگی: اظهارات مصاحبه ۷، از نگاه مشارکت‌کننده، این دو مسئله را به هم مرتبط می‌کند، اما جهت و شدت رابطه با داده‌های این پژوهش به‌طور مستقل آزمون نشده است.

رابطه تفسیری ۳ - نبود متولی مشخص و د شواری برنامه‌ریزی یک پار چه: برخی اظ هارات مشار کت‌کنند گان، نبود مرجع هماهنگ‌کننده را در کنار فقدان برنامه مشترک مطرح می‌کند. این ارتباط به‌عنوان تفسیر داده‌ها ارائه می‌شود، نه رابطه علّی اثبات‌شده.

رابطه تفسیری ٤- برنامه‌ریزی و اعتماد به داده: در بخشی از مصاحبه‌ها، بی‌اعتمادی به داده و نبود برنامه مشترک هم‌زمان مطرح شده‌اند. شواهد موجود برای نتیجه‌گیری درباره رابطه علّی یا جهت‌دار میان آن‌ها کافی نیست.

۵-٦-بررسی روابط معکوس و چندجهتی

داده‌ها حاکی از آن است که روابط میان موانع، خطی و یک‌طرفه نیست؛ بلکه موانع می‌توانند بر یکدیگر اثر متقابل بگذارند.

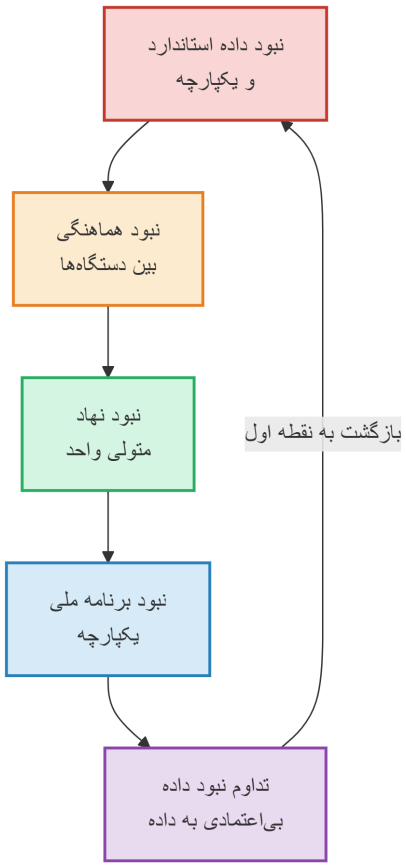
رابطه متقابل احتمالی ۱- نبود سازوکار هماهنگی و پراکندگی داده: تجربه د شواری دریافت داده از چند نهاد می‌تواند با فقدان رویه مشترک مرتبط باشد. با این‌حال، اینکه نبود متولی واحد مستقیماً سبب پراکندگی داده شده باشد، از این شاهد به‌تنهایی قابل استنتاج نیست.

رابطه متقابل احتمالی ۲ - ضعف هماهنگی و دشواری یکپارچه‌سازی داده: اگر قالب‌ها، تعاریف و رویه‌های ثبت میان د ستگاه‌ها متفاوت با شد، یکپارچه سازی داده د شوار می شود. وجود و دامنه این تفاوت‌ها باید با بررسی فنی سامانه‌ها و اسناد استاندارد تأیید شود.

۵-۳-مدل مفهومی ـ تفسیری چرخه موانع

بر اساس تفسیر مضامین، چرخه بازخوردی زیر را به‌عنوان ابزاری مفهومی برای بحث پیشنهاد می‌کنیم. این چرخه یک مدل علّیِ آزمون‌شده نیست و ممکن است در پژوهش‌های بعدی اصلاح یا تغییر کند. این نمودار، چرخه بازخوردی موانع نهادی و قانونی به‌کارگیری هوش مصنوعی در ایمنی راه را نشان می‌دهد. هر قسمت، یکی از موانع شناسایی‌شده در مصاحبه‌ها را بازنمایی می‌کند.

نمودار ۱. مدل مفهومی ـ تفسیری چرخه موانع



بحث

تفسیر روابط میان موانع

یافته‌های مصاحبه نشان می‌دهد که در تجربه مشارکت‌کنندگان، موانع نهادی و قانونی کاملاً مستقل از یکدیگر توصیف نمی‌شوند. این هم‌زمانی و ارتباط ادراک‌شده، مبنای مدل تفسیری مقاله است، بااین‌حال، مدل نه آزمون علّی است و نه جایگزین بررسی حقوقی و نهادی مستقل. (قانون رسیدگی به تخلفات رانندگی، ۱۳۸۹، ماده ۲۷؛ قانون بیمه اجباری شخص ثالث، ۱۳۹۵، مواد ٤١ و ٥٤؛ آیین‌نامه مدیریت ایمنی حمل‌ونقل و سوانح رانندگی، ۱٤۰۰) این تفسیر با ادبیات نهادگرایی سازمانی و حکمرانی داده هم‌خوانی دارد. از منظر نهادگرایی، قواعد رسمی و هنجارهای سازمانی می‌توانند بر رفتار سازمان‌ها اثر بگذارند (DiMaggio & Powell, ۱۹۸۳; Scott,

این چارچوب، تفسیری از مضامین مصاحبه‌هاست و برای سازمان‌دهی مسئله و تولید فرضیه‌های پژوهشی بعدی به کار می‌آید. داده‌های حاضر نشان می‌دهند که مشارکت‌کنندگان برخی موانع را به‌هم‌پیوسته تجربه کرده‌اند؛ اما ثابت نمی‌کنند که رفع هر مانع الزاماً به رفع سایر موانع وابسته است یا روابط ترسیم‌شده در همه موقعیت‌ها برقرار می‌مانند.

۱۹۹۵). پژوهش‌های حکمرانی داده نیز بر اهمیت تعیین نقش‌ها، قواعد دسترسی و مسئولیت‌پذیری در استفاده مؤثر از داده تأکید می‌کنند (Abraham et al., ۲۰۱۹; Khatri & Brown, ۲۰۱۰). این ادبیات برای تفسیر یافته‌ها مفید است، اما به‌تنهایی اثبات نمی‌کند که سازوکارهای مشابه دقیقاً به همان شکل در نظام ایمنی راه ایران عمل می‌کنند. از نظر سیاستی، اقدام منفرد ممکن است کافی نباشد؛ برای مثال، استانداردسازی داده بدون تعیین مسئول اجرا و سازوکار دسترسی می‌تواند اثربخشی محدودی داشته باشد. بااین‌حال، داده‌های این مطالعه امکان نتیجه‌گیری قطعی درباره ضرورت اجرای هم‌زمان همه اصلاحات را فراهم نمی‌کنند. ازاین‌رو، پیشنهادها باید مرحله‌ای، قابل ارزیابی و متناسب با صلاحیت قانونی دستگاه‌های ذی‌ربط طراحی شوند.

مقایسه با تجربه بین‌المللی

در اتحادیه اروپا، مقررات عمومی حفاظت از داده‌ها و قانون هوش مصنوعی اتحادیه اروپا دو ابزار حقوقی با دامنه و اهداف متفاوت‌اند و هیچ‌یک به‌تنهایی یک چارچوب اختصاصی کامل برای همه کاربردهای حمل‌ونقل ایجاد نمی‌کند. برای ایران، ارزش این تجربه در توجه هم‌زمان به حفاظت از داده، سطح خطر کاربرد، شفافیت مسئولیت‌ها و مقررات بخشی است؛ نه در انتقال مستقیم مقررات اروپایی به نظام حقوقی ایران (European Parliament and Council of the European Union, 2016, 2024).

گزارش PIARC درباره هوش مصنوعی در بخش راه نیز بر اهمیت کیفیت و حکمرانی داده، آمادگی نیروی انسانی و انطباق راهکارها با زمینه اجرایی تأکید می‌کند (PIARC, ۲۰۲٤).

این گزارش پشتوانه‌ای برای اهمیت مسئله فراهم می‌آورد، اما جایگزین بررسی قوانین و رویه‌های خاص ایران نیست.

سهم نظری پژوهش

سهم این پژوهش، ارائه فهرستی از موانع نیست، بلکه صورت‌بندی تفسیری ارتباط میان سه محورِ هماهنگی نهادی، حکمرانی داده و ابهام‌های قانونی بر پایه روایت خبرگان است. ارزش این صورت‌بندی در تولید پرسش‌ها و اولویت‌های بررسی بعدی است. از آنجا که مطالعه کیفی و مبتنی بر نمونه هدفمند است، مدل پیشنهادی باید به‌عنوان چارچوبی زمینه‌مند و قابل بازنگری تفسیر شود.

پیشنهادهای سیاستی

پیشنهادهای زیر از مضامین مصاحبه‌ها استخراج شده‌اند و توصیه حقوقی قطعی محسوب نمی‌شوند. پیش از اجرا، لازم است صلاحیت قانونی دستگاه‌ها، مقررات جاری، سامانه‌های موجود و هزینه‌های اجرایی هر اقدام بررسی شود.

هماهنگی بین دستگاه‌ها

بیشترین تکرار در مصاحبه‌ها مربوط به نبود هماهنگی بود؛ ۱۸ نفر از ۲۰ نفر از موازی‌کاری، اشتراک‌نشدن داده‌ها و نبود سازوکاری برای تبادل اطلاعات گلایه داشتند. برای رفع این مشکل، دو پیشنهاد ارائه می‌کنیم.

پیشنهاد اول – تشکیل کارگروه تخصصی هوش مصنوعی در ایمنی راه: می‌توان امکان ایجاد کارگروهی تخصصی ذیل سازوکار هماهنگی موجود در کمیسیون ایمنی راه‌های کشور را بررسی کرد. مأموریت اولیه آن می‌تواند تهیه نقشه دستگاه‌ها و پایگاه‌های داده، شناسایی موانع تبادل و تدوین پیشنهادهای اجرایی باشد. تشکیل کارگروه به‌خودی‌خود اختیار الزام‌آور نسبت به همه دستگاه‌ها ایجاد نمی‌کند؛ دامنه اختیارات و شیوه تصویب مصوبات باید با اسناد تأسیس و مقررات جاری تطبیق داده شود.

پیشنهاد دوم – تدوین پروتکل تبادل داده: به‌جای فرض وجود خلأ کامل، ابتدا باید رویه‌ها و مجوزهای موجود شناسایی شود؛ سپس در صورت احراز نیاز، پروتکلی برای تعریف داده‌ها، مسئولیت متولیان، سطوح دسترسی، امنیت، ثبت رویدادهای دسترسی، نگهداری، ناشناس‌سازی و رسیدگی به درخواست‌ها تدوین شود. مرجع تصویب یا ابلاغ پروتکل باید بر اساس صلاحیت قانونی تعیین گردد.

نهاد متولی واحد

پیشنهاد سوم – تعیین مسئولیت برنامه‌ای مشخص: پیشنهاد می‌شود برای برنامه ملی کاربرد هوش مصنوعی در ایمنی راه، مسئول هماهنگی، دستگاه‌های همکار، خروجی‌های قابل سنجش و سازوکار پاسخ‌گویی تعیین شود. اینکه کمیسیون

ایمنی راه‌های کشور یا نهاد دیگری عهده‌دار این نقش باشد، باید با مأموریت قانونی، اختیارات و ترتیبات بودجه‌ای آن تطبیق داده شود.

تصمیم‌گیری داده‌محور

از میان ۲۰ مصاحبه‌شونده، ۱۴ نفر ضعف تصمیم‌گیری داده‌محور را از مهم‌ترین موانع برشمردند. نکته پرتکرار در این بخش، بی‌اعتمادی به داده و نبود سامانه‌ای برای تصمیم‌یاری بود.

پیشنهاد چهارم – طراحی مرحله‌ای سامانه تصمیم‌یار ایمنی راه: پیش از توسعه سامانه ملی، باید نیازهای تصمیم‌گیری، منابع داده، مالکیت و کیفیت داده، سطوح دسترسی، مسئولیت تصمیم‌گیرانسانی، امنیت و هزینه چرخه عمر مشخص شود. مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی می‌تواند در مطالعه امکان‌سنجی و طراحی مفهومی مشارکت کند؛ اما مسئولیت اجرایی، مالکیت داده و تأمین اعتبار باید جداگانه و بر مبنای صلاحیت‌های قانونی تعیین شود.

قوانین حمایتی

در این بخش، ۱۲ نفر از ۲۰ مشارکت‌کننده به ناکافی بودن حمایت‌ها یا نبود بازار قابل پیش‌بینی اشاره کرده‌اند. پیشنهاد الزام عمومی خودروسازان به نصب «سامانه‌های هوش مصنوعی» از شواهد مصاحبه به‌تنهایی نتیجه نمی‌شود و از نظر هزینه، اثربخشی و ایمنی نیز بیش از حد کلی است. پیشنهاد جایگزین، ارزیابی موردی فناوری‌های مشخصِ ایمنی، تعیین سطح شواهد و ریسک، و بررسی امکان تدوین الزامات فنی یا استاندارد برای کاربردهایی است که اثربخشی آن‌ها احراز می‌شود. در صورت تأیید ضرورت مقررات‌گذاری، وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان ملی استاندارد ایران و وزارت راه و شهرسازی می‌توانند در حدود صلاحیت‌های قانونی خود در بررسی گزینه‌ها مشارکت کنند. مسیر مناسب – استاندارد فنی، مقررات اجرایی یا قانون‌گذاری – باید پس از بررسی مقررات موجود و تحلیل هزینه‌ـفایده تعیین شود.

حریم خصوصی

نگرانی‌های مشارکت‌کنندگان درباره حریم خصوصی، ضرورت تدوین قواعد روشن برای دسترسی، پردازش، نگهداری و اشتراک داده را برجسته می‌کند. بااین‌حال، نباید از این اظهارات نتیجه گرفت که در ایران هیچ قاعده‌ای در این حوزه وجود ندارد. قانون تجارت الکترونیکی، قانون جرایم رایانه‌ای و دستورالعمل‌های مرتبط با حفاظت از حریم خصوصی، هر یک در دامنه خود احکامی دارند؛ میزان انطباق آن‌ها با کاربردهای خاص داده‌های ترافیکی و آموزش مدل‌های هوش مصنوعی نیازمند بررسی حقوقی تفصیلی است (قانون تجارت الکترونیکی، ۱۳۸۲، مواد ۵۸ تا ٦١؛ قانون جرایم رایانه‌ای، ۱۳۸۸؛ دستورالعمل حفاظت از حریم خصوصی کاربران، ۱۴۰۲).

استانداردهای ملی داده

از میان ۲۰ مشارکت‌کننده، ۱۱ نفر به نیاز به استانداردهای مشترک داده اشاره داشتند. پیشنهاد می‌شود پیش از تدوین استاندارد جدید، فهرست استانداردهای ملی، مشخصات فنی سامانه‌های تصادفات و دستورالعمل‌های ثبت و تبادل داده تهیه و خلأهای واقعی شناسایی شود. سپس مرجع صالح برای تدوین یا بازنگری استاندارد و سازوکار اجرای آن تعیین گردد.

اولویت‌بندی پیشنهادها

اولویت پیشنهادی نخست، ممیزی حقوقی و نهادیِ وضعیت موجود است؛ زیرا بدون شناسایی تکالیف و سازوکارهای موجود، خطر موازی‌کاری یا پیشنهاد مقررات تکراری وجود دارد. در مرحله بعد می‌توان نقشه داده‌ها، پروتکل تبادل، نقش متولیان و الزامات حفاظت از داده را طراحی کرد. هرگونه الزام فنی برای محصولات یا خودروها باید پس از ارزیابی شواهد ایمنی، هزینه، تناسب و صلاحیت مرجع مقررات‌گذار بررسی شود.

محدودیت‌های پژوهش

این پژوهش بر مصاحبه با ۲۰ خبره و تفسیر کیفی داده‌ها متکی است؛ بنابراین یافته‌ها قابل تعمیم آماری به همه دستگاه‌ها یا کاربردهای هوش مصنوعی نیستند. برخی روابط مدل، تفسیر نویسندگان از روایت‌هاست و به‌طور مستقل آزمون نشده است. همچنین، برای ارزیابی کامل کیفیت تحلیل، مستندسازی جزئیات واحد کدگذاری، انتخاب بخش‌های مورد کدگذاری

مستقل و نحوه محاسبه ضریب کاپا ضروری است. پیش از ارسال، نویسندگان باید این اطلاعات را با سوابق واقعی تحلیل تطبیق دهند و از درج هر عدد یا روش فاقد مستند پشتیبان خودداری کنند.

٦-نتیجه‌گیری

این پژوهش با بررسی دیدگاه ۲۰ خبره، چالش‌های نهادی و قانونیِ به‌کارگیری هوش مصنوعی در ایمنی راه‌های ایران را صورت‌بندی کرد. از دیدگاه مشارکت‌کنندگان، دشواری هماهنگی بین دستگاه‌ها، تبادل و استانداردسازی داده و ابهام در مسئولیت‌ها از مسائل برجسته‌اند. این یافته‌ها در کنار مرور محدود اسناد حقوقی نشان می‌دهد که تحلیل مسئله نباید صرفاً بر فرض "نبود قانون" استوار باشد، بلکه باید میان وجود مقرره، کفایت آن برای کاربرد موردنظر، اجرای مؤثر و امکان تبادل قانونی داده تمایز گذاشت. چارچوب تفسیری مقاله می‌تواند برای اولویت‌بندی بررسی‌های بعدی مفید باشد، اما روابط آن علّی و آزمون‌شده نیستند. گام نخست پیشنهادی، تهیه فهرست جامع قوانین، آیین‌نامه‌ها، استانداردها و رویه‌های اجرایی مرتبط با داده‌های تصادفات و سامانه‌های هوشمند است. پس از آن، می‌توان نقشه داده‌های ایمنی راه، قواعد دسترسی و تبادل، نقش متولیان و نیازهای مقررات‌گذاری را با مشارکت دستگاه‌های ذی‌ربط تدوین و به‌صورت مرحله‌ای ارزیابی کرد. در تهیه و ویرایش زبانی این نسخه از ابزار هوش مصنوعی استفاده شده است. نویسندگان باید پیش از ارسال، همه اصلاحات، نقل‌قول‌ها، داده‌های روش‌شناختی و منابع حقوقی را با مستندات اصلی تطبیق دهند و مطابق سیاست مجله مقصد درباره اعلام استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی عمل کنند. مسئولیت نهایی صحت داده‌ها و محتوای مقاله بر عهده نویسندگان است.

۷- مراجع

-قانون مسئولیت مدنی(۱۳۳۹) مصوب ۷ اردیبهشت ۱۳۳۹، مواد ۱ و ۲.

-قانون مجازات اسلامی(۱۳۹۲) مصوب مجلس شورای اسلامی، مواد ۱٤۰ تا ۱٤٥.

-قانون تجارت الکترونیکی(۱۳۸۲) مصوب مجلس شورای اسلامی، مواد ۵۸ تا ٦۱.

-قانون رسیدگی به تخلفات رانندگی (۱۳۸۹) مصوب مجلس شورای اسلامی، ماده ۲۷.

-قانون بیمه اجباری خسارات واردشده به شخص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه (۱۳۹۵) مصوب مجلس شورای اسلامی، مواد ٤۱ و ٥٤.

-آیین‌نامه مدیریت ایمنی حمل‌ونقل و سوانح رانندگی(۱٤۰۰) مصوب هیئت وزیران، ۲۹ دی ۱٤۰۰.

-دستورالعمل اجرایی بهبود حفاظت از حریم خصوصی کاربران و شیوه جمع‌آوری، پردازش و نگهداری اطلاعات کاربران در سامانه‌ها و سکوهای فضای مجازی(۱٤۰۲) مصوب کمیسیون عالی تنظیم مقررات فضای مجازی کشور، ۱۱ دی ۱٤۰۲.

-قانون جرایم رایانه‌ای (۱۳۸۸) مصوب مجلس شورای اسلامی.

-Abraham, R., Schneider, J., & vom Brocke, J. (2019). Data governance: A conceptual framework, structured review, and research agenda. *International Journal of Information Management,* 49, 424–438. **doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.008**

-Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology,* 3(2), 77–101. **doi.org/10.1191/1478088706qp063oa**

-Cinar, E., Trott, P., & Simms, C. (2019). A systematic review of barriers to public sector innovation process. *Public Management Review,* 21(2), 264–290. **doi.org/10.1080/14719037.2018.1473477**

-Damschroder, L. J., Aron, D. C., Keith, R. E., Kirsh, S. R., Alexander, J. A., & Lowery, J. C. (2009). Fostering implementation of health services research findings into practice: A consolidated framework for advancing implementation science. *Implementation Science,* 4(1), 50. **doi.org/10.1186/1748-5908-4-50**

-D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M., & von Tunzelmann, N. (2012). What hampers innovation? Revealed barriers versus deterring barriers. Research Policy, 41(2), 482–488. **doi.org/10.1016/j.respol.2011.09.008**

-Khatri, V., & Brown, C. V. (2010). Designing data governance. Communications of the ACM, 53(1), 148–152. **doi.org/10.1145/1629175.1629210**

-PIARC (World Road Association). (2024). Artificial Intelligence in the Road Sector: *A PIARC Special Project (2024SP02).*

- Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., & Rajak, S. (2020). Barriers to the adoption of Industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. *International Journal of Production Economics,* 224, 107546. **doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546**

-Sandberg, B., & Aarikka-Stenroos, L. (2014). What makes it so difficult? A systematic review on barriers to radical innovation. *Industrial Marketing Management,* 43(8), 1293–1305. **doi.org/10.1016/j.indmarman.2014.08.003**

-Scott, W. R. (1995). Institutions and organizations. *SAGE Publications.*

-DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review,* 48(2), 147–160. **doi.org/10.2307/2095101**

-European Parliament and Council of the European Union. (2016). Regulation (EU) 2016/679 (General Data Protection Regulation). *Official Journal of the European Union.*

-European Parliament and Council of the European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). *Official Journal of the European Union.*

-Guest, G., MacQueen, K. M., & Namey, E. E. (2012). *Applied thematic analysis*. SAGE Publications.

Hadjimanolis, A. (2003). The barriers approach to innovation. In L. V. Shavinina (Ed.), The International Handbook on Innovation, *Elsevier.*559–573.

Institutional and Legal Challenges of Applying Artificial Intelligence to Road Safety in Iran Content Analysis of Interviews with Experts

Mehran Gholami, Assistant Professor, Road, Housing and Urban Development Research Center, Tehran, Iran.

Parisa Badar Ardebili, Assistant Professor, Housing & Urban Development Research Center, Tehran, Iran.

***Peyman Pejmanzad,** Ph.D., Grad., Housing & Urban Development Research Center, Tehran, Iran.*

E-mail: P.pejmanzad@bhrc.ac.ir

Received: May 2026- Accepted: November 2026

ABSTRACT

The use of artificial intelligence (AI) in road safety depends not only on technical capabilities but also on data quality and accessibility, inter-agency coordination, and clear legal arrangements. This study identifies institutional and legal challenges to AI adoption in road safety in Iran and explores perceived relationships among them. Data were collected through semi-structured interviews with 20 experts selected purposively from four groups: traffic police, academia, knowledge-based companies working on intelligent transport systems, and knowledge-based companies active in the road sector. The reported thematic analysis produced 45 initial codes, 19 subthemes, and five main themes. This article examines the institutional and governance theme and the legal and regulatory theme. Participants described weak coordination, difficulties in data sharing, and unclear responsibilities as interconnected barriers. A review of selected Iranian legal instruments also indicates that some duties concerning the registration of crash data and access to related databases are already provided for in existing laws and regulations. The issue should therefore not be framed simply as an absence of law; rather, the adequacy, coherence, implementation, and applicability of existing rules to AI-enabled road-safety systems require assessment. The article presents an interpretive framework and policy recommendations concerning legal review, data governance, and inter-agency coordination. The proposed relationships are interpretive propositions grounded in interview accounts, not empirically tested causal relationships.

Keywords: Artificial Intelligence, Road Safety, Data Governance, Legal Barriers, Thematic Analysis