

# شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی در ایران مبتنی بر تحلیل مضمون و نگاشت ادراکی فازی

## مدیریت اطلاعات

دوره ۸، شماره ۱

بهار و تابستان ۱۴۰۱

احرام صفری<sup>۱\*</sup>

استادیار، گروه توسعه کاربردهای هوش مصنوعی، مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران، ایران

کریم ابراهیمی

دکتری، پژوهشگر گروه توسعه کاربردهای هوش مصنوعی، مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران، ایران

**چکیده:** هوش مصنوعی یکی از فناوری‌های کلیدی است که به پردازش‌های صنعتی و حل مسائل مختلف جامعه کمک فراوانی کرده و مطمح نظر بسیاری از جوامع قرار گرفته است. با گذر زمان، بهره‌مندی و استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در کارخانه‌ها، بهداشت، بانکداری و امنیت و نیز تجارت الکترونیک، رسانه‌های جمعی و پلتفرم‌های کاربردی موبایل توسعه چشمگیری پیدا کرده است. با وجود این پیشرفت‌ها، به‌موازات تحولات فناورانه و راهکارهایی که به‌واسطه هوش مصنوعی تولید شده، در خصوص نحوه انجام کارها و اینکه آیا منابع فعلی برای برآوردن نیازهای در حال تغییر مردم کافی است، متغیرهای بیشتری بروز می‌یابند. بنابراین، همراه با مسائل حل‌نشده، به‌نظر چالش‌ها پایان‌ناپذیرند و متخصصان در تکمیل سیستم‌های خود به‌اندازه کافی خیره نشده‌اند. از این رو، در این مقاله به چالش‌های مهم توسعه هوش مصنوعی در جمهوری اسلامی می‌پردازیم، پس از شناسایی چالش‌ها با روش تحلیل مضمون و با ابزار مصاحبه، به اولویت‌بندی این چالش‌ها و شدت ارتباط بین آنها به روش نگاشت شناخت فازی پرداخته‌ایم. جامعه آماری این پژوهش از کارشناسان و خبرگان حوزه ICT به‌ویژه متخصصان حوزه هوش مصنوعی انتخاب شدند. در این پژوهش ابتدا ۳۶ چالش محوری توسعه هوش مصنوعی در کشور بر اساس اسناد راهبردی موجود و روش تحلیل مضمون شناسایی شده و سپس، بر اساس چهار ماتریس تأثیر اولیه، ماتریس تأثیر فازی، ماتریس قدرت تأثیر و ماتریس تأثیر نهایی و نرم‌افزار FCMapper و نرم‌افزار Pajek نگاشت شناختی فازی ترسیم شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که پنج چالش مهم توسعه هوش مصنوعی در کشور شامل مواردی چون تمایل نداشتن به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی، فقدان سازوکار لازم برای رشد و توسعه بازار هوش مصنوعی، کمبود قوانین و مقررات حقوقی لازم در حوزه هوش مصنوعی، کمبود متخصصان و خبرگان حوزه‌های مرتبط با هوش مصنوعی و نبود پلتفرم‌های به اشتراک‌گذاری داده است.

**کلیدواژه‌ها:** هوش مصنوعی، چالش‌ها، تحلیل مضمون، نگاشت ادراکی فازی، ICT.

## مقدمه

امروزه، به دلیل گسترش دانش و پیچیده‌تر شدن تصمیم‌گیری، استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی، به خصوص سیستم‌های هوش مصنوعی، اهمیت بیشتری یافته است. مسلم است که فناوری‌های پیشرفته و نوظهور در روند توسعه روزافزون تحولات فناورانه در کلیه صنایع نقش انکارناپذیری داشته‌اند و اکثر کشورهایی که در راه دستیابی به فناوری‌های برتر موفق بوده‌اند، توانسته‌اند با اتخاذ سیاست‌ها و راهبردهای مناسب، ایده‌ها و دانش را به محصولات کاربردی و پرفروش تبدیل کنند. هوش مصنوعی امروزه در بخش‌های مختلف اقتصادی، سیاسی، حقوقی، اجتماعی، امنیتی و تجاری، کاربردهای خیره‌کننده‌ای از خود نشان داده و در آینده‌ای نه چندان دور با زندگی بشر هم‌زیستی تنگاتنگی خواهد داشت. هوش مصنوعی، به‌طور کلی، به‌عنوان توانایی پردازش و تبدیل داده به اطلاعات به‌منظور رفتار هدفمند تعریف می‌شود و هم‌گام با توسعه سریع فناوری و حذف سازمان‌ها و شرکت‌های انسان‌محور، سازمان‌ها و شرکت‌ها را متحول کرده و مدیریت نوآوری را در آنها فعال می‌کند (Haefner, Wincent, Parida & Gassmann, 2021). این تحول به‌دلیل چندرشته‌ای بودن هوش مصنوعی در رشته‌ها و حوزه‌های فعالیتی گوناگون رقم خورده است، زیرا هوش مصنوعی، حوزه‌ای مطالعاتی، توسعه‌ای و نوآورانه است که از رشته‌های مختلف مانند کامپیوتر، مهندسی ماشین و سایر صنوعاتی که از ویژگی‌های هوشمندی انسان مانند توانمندی‌های ذهنی، یادگیری، انطباق‌پذیری و قابلیت‌های تصمیم‌گیری تغذیه می‌شود (Chen, Chen & Lin, 2020). در سطح سیاست‌گذاری نیز، سیاست‌گذاران هنوز هم نیاز دارند که دیدگاه و انتظار جوامع و کسب‌وکارها از هوش مصنوعی را با نگاهی آینده‌پژوهانه بدانند تا بتوانند بر اساس آن، تصمیم‌گیری کرده و سیاست‌های مناسب را تدوین کنند. زیرا، تصمیم‌های مربوط به فناوری، برای زندگی میلیون‌ها نفر و رقابت میلیون‌ها کسب‌وکار، عواقب و تبعات بلندمدتی خواهد داشت (Lauterbach, 2019).

اهمیت هوش مصنوعی در دهه حاضر بسیار زیاد است، به‌طوری که پیش‌بینی می‌شود حدود ۲۰ درصد از تولید ناخالص دنیا در سال ۲۰۳۰، از هوش مصنوعی نشئت خواهد گرفت. شایان ذکر است که بر اساس وضعیت اقتصادی کشورهای مختلف، میزان تأثیر هوش مصنوعی نیز متفاوت است. به‌طور مثال، این تأثیر در افزایش تولید ناخالص ملی برای کشورهای پیشرو (آمریکا و چین) حدود ۲۵ درصد و برای کشورهایی با اقتصاد ضعیف‌تر (پاکستان و زیمبابوه) حدود ۸ درصد خواهد بود. بنابراین، کشورهای مختلف، برای توسعه هوش مصنوعی، تلاش‌های گسترده‌ای انجام داده‌اند که اکثر این تلاش‌های معمولاً براساس چالش‌های پیش روی توسعه هوش مصنوعی شکل گرفته است (Rao & Verweij, 2017).

ایران نیز همانند سایر کشورها می‌بایست به‌دنبال تدوین برنامه‌ای برای توسعه هوش مصنوعی باشد. بنابراین، لازم است چالش‌های توسعه هوش مصنوعی را شناسایی و اولویت‌بندی کند. در این راستا این پژوهش قصد دارد با توجه به ویژگی‌های خاص کشورمان به این پرسش اساسی پاسخ دهد که در مسیر توسعه هوش مصنوعی در جمهوری اسلامی ایران چه چالش‌های کلیدی وجود دارد؟ چالش‌هایی که اگر برای حل آنها تدبیر مناسب اندیشیده نشود، توسعه هوش مصنوعی محقق نخواهد شد. از این رو، در مقاله

پیش رو، ضمن احصای چالش‌های توسعه هوش مصنوعی در کشور، به تدوین نظام ارتباطی بین این چالش‌ها و اولویت‌بندی آنها پرداخته می‌شود. در واقع، در این پژوهش به دنبال نظم‌دهی به چالش‌های نهایی برآمدیم. چالش‌های ۳۶گانه، چالش‌هایی هستند که بدون اینکه رابطه بین آنها کشف شده باشد از نظرهای خبرگان استخراج شده‌اند. از این رو، در این گام در پی شناسایی ارتباطات بین این چالش‌ها با استفاده از نگاشت شناخت فازی برآمدیم. نگاشت شناخت فازی با نظم‌دهی به عوامل استخراج شده از یک سو آن عوامل را مرتب کرد و از سوی دیگر، ارتباط بین چالش‌ها را مشخص کرد. در واقع، این فرایند بر اساس چهار ماتریس تأثیر اولیه، ماتریس تأثیر فازی، ماتریس قدرت تأثیر و ماتریس تأثیر نهایی و نرم‌افزار FCMapper و نرم‌افزار Pajek نگاشت شناختی فازی محقق شد.

شناسایی ارتباط بین چالش‌ها به سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا بدانند اگر یک چالش را حل کرد، روی چه چالش‌های دیگری ممکن است تغییر اتفاق بیفتد و اینکه آیا این تغییر و تغییراتی که روی سایر چالش‌ها رخ می‌دهد، برای سیستم مفید است یا خیر؟ وقتی ارتباطات بین چالش‌ها کشف شد، روش نگاشت شناخت فازی به ما کمک می‌کند تا شدت این ارتباطات و تأثیر و تأثراتی را که چالش‌ها روی یکدیگر دارند، مشخص کنیم.

بنابراین، هدف از پژوهش حاضر این است که با شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی به حکمرانان و مدیران عرصه فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی کمک کند تا بر اساس متغیرها و محدودیت‌های مالی، منابع انسانی، کسب‌وکار، زمان و... چالش‌هایی را اصلاح کنند که اهمیت بیشتر و تأثیر فراگیرتری خواهند داشت، زیرا محدودیت‌های مختلف اجازه حل همه چالش‌ها در یک زمان را نمی‌دهد.

در بخش بعدی، ادبیات موضوع بررسی می‌شود. در ادامه، روش‌شناسی پژوهش ارائه می‌شود. سپس، تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهشی به تفصیل بررسی می‌شود. بخش آخر نیز به بحث و نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها می‌پردازد.

## ادبیات موضوع

### مبانی نظری

هوش مصنوعی، کلید دستیابی به تحولات کاربردی و عملیاتی خیره‌کننده در اکثر سازمان‌های امروزی است و امروزه به‌عنوان یکی از فعالیت‌های ضروری سازمان‌های تجاری نیز محسوب می‌شود. هوش مصنوعی که به‌عنوان یک رشته دانشگاهی، توسط جان مکرتری<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) آغاز به کار کرد و به‌طور رسمی در کنفرانس دارتموث<sup>۲</sup> در سال ۱۹۵۶ اعلام شد، امروزه توجه بسیاری از سازمان‌ها را به خود جلب کرده است. هوش مصنوعی بخشی از رایانه یا علم محاسبات است که سیستم‌های خبره، الگوریتم‌ها و برنامه‌های کامپیوتری را تولید می‌کند. هدف واقعی هوش مصنوعی، تقلید از مغز انسان و تصمیم‌گیری همانند انسان

1. John McCarthy

2. Dartmouth Conference

در شرایط و موقعیت های مختلف است. نظر برخی از اندیشمندان این است که هوش مصنوعی آمده تا جهان را به هم بریزد، آنها می گویند که هوش مصنوعی با ماشین های هوشمند که می توانند فرایندهای ذهنی سطح بالایی مانند تفکر، ادراک، یادگیری، حل مسئله و تصمیم گیری را انجام دهند، با پیشرفت های امروزی در گردآوری داده، تجزیه و تحلیل و قدرت پردازش رایانه هم گام شوند، فرصت هایی برای سبقت از هوش انسانی و غنی سازی مسیر زندگی و کار مردم به نمایش گذاشته است (NITI Aayog, 2018). چنین تغییر و تحولاتی که به سبب توسعه هوش مصنوعی ایجاد می شود، به طبع و به طور قطع چالش هایی را موجب می شود که اگر این چالش ها مدیریت شوند، به فرصت و اگر رها شوند، به تهدید تبدیل خواهد شد. برخی از چالش ها که در دسته چالش های فرهنگی، اخلاقی، روانی و اجتماعی قرار می گیرند و مربوط به اعتماد عمومی هستند، وقتی ایجاد می شوند که طراح و مهندس هوش مصنوعی برای نیل به هدف خود به هم بسویی محصول و خدمت هوش مصنوعی با انسانیت و ارزش های اجتماعی توجه نداشته باشد. دسته ای از چالش ها زمانی ایجاد می شوند که از ارتباط هوش مصنوعی با مسائل قانونی، حقوق بشر، مقررات مربوط به قراردادها، قانون کار، قانون بزه و... غفلت شود (Prec, Ozer & Hojnik, 2019).

### پیشینه پژوهش

پژوهش در حیطه هوش مصنوعی هم در داخل کشور و هم در خارج از کشور سهم شایان توجهی را به خود اختصاص داده است. از جمله پژوهش های مهم و با سابقه می توان به پژوهش برجسته بدن<sup>۱</sup> (۱۹۹۸) با عنوان «خلاقیت و هوش مصنوعی» اشاره کرد. وی در این پژوهش، خلاقیت را مشخصه اصلی هوش انسانی دانسته و معتقد است که خلاقیت، چالشی برای هوش مصنوعی به شمار می رود. او می گوید: تکنیک های هوش مصنوعی می توانند از سه طریق برای خلق ایده های جدید به کار روند: ایجاد ترکیبی از ایده های مشابه، اکتشاف فضاهای مفهومی بالقوه و به وسیله ایجاد تغییر و تحولی که ایده های غیرممکن گذشته را ممکن کند (Boden, 1998). در پژوهشی دیگر ژانگ و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) به بررسی اخلاق و حکمرانی در هوش مصنوعی پرداخته اند. آنها در این پژوهش ابراز می کنند که پژوهشگران یادگیری ماشین (ML) و هوش مصنوعی (AI)، در اخلاق و حکمرانی هوش مصنوعی در مواردی مانند اشتغال زایی و کار، حمایت و انتخاب شغل، نقش مهمی ایفا می کنند. تلان و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱) نیز در پژوهشی به تأثیر هوش مصنوعی بر اشتغال جامعه پرداخته اند و با طراحی چارچوب تحلیل تأثیر هوش مصنوعی بر اشتغال، به رتبه بندی مشاغل مرتبط با هوش مصنوعی اقدام کرده و از این طریق آگاهی و بینش افراد را برای ورود به بازار کار ارتقا دادند. در پژوهشی متفاوت، میلر<sup>۴</sup> (۲۰۱۸)، با تمرکز بر علوم اجتماعی به توضیح هوش مصنوعی پرداخته و معتقد است که هوش مصنوعی توضیح پذیر می تواند بر مبنای پژوهش هایی از این دست و پژوهش هایی با موضوع فلسفه، علم/ روان شناسی ذهنی، و روان شناسی

1. Boden

2. Zhang et.al

3. Tolan et.al

4. Miller

اجتماعی ایجاد شود. در داخل کشور نیز در خصوص هوش مصنوعی اعم از مبانی هوش مصنوعی، تکنیک‌ها و کاربردهای هوش مصنوعی، پژوهش‌های متعددی انجام شده است. سروش و منجمی (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «تحلیل و نقد هوش مصنوعی در طبابت از منظر معرفت‌شناسی» به خطاهای شناختی در پزشکی که به روی آوردن به هوش مصنوعی منجر شده پرداخته‌اند و معرفت‌شناسی پزشکی را بررسی کرده‌اند. در پژوهشی دیگر که مهرابی و عوض پور (۱۳۹۹) درباره نقش هوش مصنوعی در شکل‌دهی به روابط انسان و ماشین در آثار سینمایی معاصر انجام دادند، با تمرکز بر هنر سینما که در سال‌های اخیر به بازنمایی فرصت‌ها و چالش‌های این مقوله پرداخته و این مسئله را به روش اسطوره‌کاوی در بستر این هنر و به‌طور خاص فیلم «او» اثر جونز بررسی کرده‌اند تا به نقش هوش مصنوعی در شکل‌دهی به ارتباطات انسانی و روابط انسان و ماشین آگاهی یابد. تحلیل رایانه‌ای جرم با بهره‌گیری از روش‌های هوش مصنوعی و داده‌کاوی کشف پیش‌دستانه جرم، پژوهش دیگری است که به شیوه‌های ارتکاب جرم سارقان منازل، با استفاده از شبکه‌های عصبی - یکی از روش‌های موجود در حوزه هوش مصنوعی - در راستای کشف پیش‌دستانه جرم پرداخته است (کیوان پور، جاویده و ابراهیمی، ۱۳۸۸). انبوه مقالات دیگری وجود دارد که به مواردی از جمله کاربرد هوش مصنوعی در تعیین بیشینه دبی خروجی ناشی از شکافت سد خاکی (بابائیان امینی، حکیم‌زاده و نورانی، ۱۳۸۹)، کاربرد هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های پزشکی: مزایا و چالش‌ها (صدوقی و شیخ طاهری، ۱۳۸۹)، کاربرد هوش مصنوعی در بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخازن سدها (احترام، موسوی، کریمی، تهرانی و امیری، ۱۳۹۵)، کاربرد هوش مصنوعی در مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل ایران (طحاری، بابایی و تقی‌زاده، ۱۳۹۱) و... می‌پردازد. در یکی دیگر از پژوهش‌های شایان توجه، کت<sup>۱</sup> (۲۰۱۸)، به بررسی چارچوب‌های حکمرانی هوش مصنوعی در ابعاد اخلاقی، فنی و حقوقی، چالش‌ها و فرصت‌های مربوط به این سه بعد پرداخته است. به اعتقاد وی، اثرهای زیاد هوش مصنوعی بر بانکداری، رفاه اجتماعی و حقوق بشر، دال بر فراگیر شدن هوش مصنوعی و به بیان دیگر، حکمرانی هوش مصنوعی است که باید برای ارزیابی، عدالت و شفافیت این حکمرانی تدبیری اندیشید (Cath, 2018). در پژوهش دیگری که با تمرکز بر چالش‌های هوش مصنوعی انجام شده، پژوهشگران با ذکر این نکته که بسیاری از علوم بر اساس مشاهده هوش انسانی سازمان‌دهی شده‌اند، مدعی می‌شوند که به همین دلیل، چالش‌های متعددی در توسعه این علوم در قلب سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی ایجاد شده است. برخی از چالش‌های مهمی که در این‌گونه سیستم‌ها وجود دارد را تشخیص مسئله، مسائل مربوط به داده، عدم روایی، استواری و قابلیت اعتماد، محرمانگی، قابلیت کنترل و پیش‌بینی‌پذیری معرفی می‌کنند (Saghiri, Vahidipour, Jabbarpour, Sookhak & Forestiero, 2022). در پژوهش دیگری که با تمرکز بر چالش‌های به‌کارگیری هوش مصنوعی در بخش آموزش و تحصیلات تکمیلی به رشته تحریر درآمده است، پژوهشگران چالش‌های مهم این حوزه را به سه بخش عمده تقسیم کردند: چالش‌های مربوط به پژوهش در عرصه آموزش، چالش‌های مربوط به سیاست‌گذاری و چالش‌های مربوط به ارتباط مؤسسه‌های آموزشی و دانشگاه‌ها با صنعت (Luan, et.al, 2020). یکی دیگر از

چالش‌هایی که در ادبیات به تفصیل به آن پرداخته شده، چالش بر خاسته از آینده هوش مصنوعی است. به بیان دیگر، به عقیده برخی از پژوهشگران، اگر تولید و به‌کارگیری هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف به صورت افسارگسیخته رشد کند، تهدیدهای جدی در پزشکی، حمل‌ونقل و حتی سیستم‌های تسلیحاتی ایجاد خواهد کرد، تکیه افراطی به خدمات فناوری محور بسیار گران بوده و مخاطرات را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد (Pietikäinen, Silvén, 2021:219).

هوش مصنوعی مسئول: الزامات و چالش‌ها، پژوهش دیگری است که به مخاطرات و چالش‌های اجتماعی هوش مصنوعی می‌پردازد. مخاطرات اجتماعی هوش مصنوعی که در این پژوهش ذکر شده عبارت‌اند از: کاهش اشتغال، افزایش خطاهای تصمیم‌گیری، تغییرات رفتاری منفی جامعه، سیستم‌های نظامی تهدیدکننده، دموکراسی و چالش‌های اقتصادی (Ghallab, 2019). پژوهش دیگری که در خصوص هوش مصنوعی انجام شده، پژوهشی است که در آن وضعیت به‌کارگیری هوش مصنوعی در امنیت سایبری در ایالات متحده آمریکا بررسی شده است. هدف این پژوهش، ارزیابی چالش‌های موجودی است که هوش مصنوعی برای امنیت فضای سایبری ایجاد کرده است. در این پژوهش، از ابعاد مختلف امنیت، صحت و روایی داده‌ها، اطمینان‌پذیری سیستم و تحلیل‌های پیش‌بینی‌پذیر به مسئله ارتباط بین هوش مصنوعی و فضای سایبری پرداخته شده است (Soni, 2020). خلاصه برخی از پژوهش‌های داخلی و خارجی در حوزه هوش مصنوعی در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱. پژوهش‌های حوزه هوش مصنوعی

ردیف	مرجع	موضوع	یافته‌ها
۱	Dwivedi & Williams, 2019	هوش مصنوعی: منظرهای میان‌رشته‌ای به چالش‌ها، فرصت‌ها و موضوعات پژوهشی، کاربردی و سیاست‌گذارانه	فراهم‌سازی یک نگاه تجمیعی از متخصصان هوش مصنوعی به‌منظور تأکید بر فرصت‌های مهم، ارزیابی واقعی اثرها، چالش‌ها و موضوعات پژوهشی جدید حوزه هوش مصنوعی
۲	Zhang, et.al, 2021	بررسی اخلاق و حکمرانی در هوش مصنوعی	اثبات نقش مهم هوش مصنوعی در اشتغال‌زایی و کار
۳	Tolan, et.al, 2021	تأثیر هوش مصنوعی بر اشتغال جامعه	رتبه‌بندی مشاغل مرتبط با هوش مصنوعی
۴	Miller, 2018	هوش مصنوعی با تمرکز بر علوم اجتماعی	ایجاد هوش مصنوعی توضیح‌پذیر با موضوع فلسفه، علم/ روان‌شناسی ذهنی و روان‌شناسی اجتماعی
۵	Cath C. 2018	حکمرانی هوش مصنوعی: فرصت‌ها و چالش‌های اخلاقی، حقوقی و فنی	نحوه و راهنمای عمل دستیابی به توسعه هوش مصنوعی در جنبه‌های اخلاقی، حقوقی و فنی حکمرانی هوش مصنوعی
۶	& Tizhoosh Pantanowitz, 2018	هوش مصنوعی و پاتولوژی دیجیتال: چالش‌ها و فرصت‌ها	ضرورت استفاده از هوش مصنوعی در پاتولوژی دیجیتال، استفاده از فرصت‌ها و غلبه بر چالش‌های آن
۷	Iliashenko,	چالش‌ها و فرصت‌های هوش	دسته‌بندی سیستم‌های هوش مصنوعی که در

ردیف	مرجع	موضوع	یافته‌ها
	Bikkulova & Dubgorn, 2018	مصنوعی در سلامت و بهداشت	بهداشت به‌کارگیری می‌شوند، تدوین یک نقشه جهانی برای استارت‌آپ‌های هوش مصنوعی
۸	Boden, 1998	خلاقیت و هوش مصنوعی	نقش تکنیک‌های هوش مصنوعی برای خلق ایده‌های جدید
۹	Saghiri, et.al, 2022	درآمدی بر چالش‌های هوش مصنوعی	چالش‌های مهم هوش مصنوعی تشخیص مسئله، مسائل مربوط به داده، عدم روایی، استواری و قابلیت اعتماد، محرمانگی، قابلیت کنترل و پیش‌بینی‌پذیری و...
۱۰	Luan, et.al, 2020	چالش‌های به‌کارگیری هوش مصنوعی در بخش آموزش	چالش‌های مهم هوش مصنوعی در بخش آموزش: چالش‌های مربوط به پژوهش در عرصه آموزش، چالش‌های مربوط به سیاست‌گذاری و چالش‌های مربوط به ارتباط مؤسسه‌های آموزشی و دانشگاه‌ها با صنعت
۱۱	Pietikäinen, Silvén. 2021	تهدیدهای ناشی از رشد افسارگسیخته هوش مصنوعی	تکیه افراطی به خدمات فناوری‌محور بسیار گران بوده و مخاطرات را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.
۱۲	Ghallab, 2019	هوش مصنوعی مسئول: الزامات و چالش‌ها	کاهش اشتغال، افزایش خطاهای تصمیم‌گیری، تغییرات رفتاری منفی جامعه، سیستم‌های نظامی تهدیدکننده، دموکراسی و چالش‌های اقتصادی
۱۳	Soni, 2020	وضعیت به‌کارگیری هوش مصنوعی در امنیت سایبری در ایالات متحده آمریکا	ابعاد مختلف امنیت، صحت و روایی داده‌ها، اطمینان‌پذیری سیستم و تحلیل‌های پیش‌بینی‌پذیر ارتباط بین هوش مصنوعی و فضای سایبری
۱۴	سروش و منجمی (۱۳۹۶)	تحلیل و نقد هوش مصنوعی در طبابت از دیدگاه معرفت‌شناسی	تشریح دلایل معرفت‌شناختی عدم موفقیت سیستم‌های هوش مصنوعی در حوزه پزشکی
۱۵	مهرابی و عوض پور (۱۳۹۹)	نقش هوش مصنوعی در شکل‌دهی به روابط انسان و ماشین در آثار سینمایی معاصر	نقش هوش مصنوعی در شکل‌دهی به ارتباطات انسانی و روابط انسان و ماشین
۱۶	کیوان پور و همکاران (۱۳۸۸)	تحلیل رایانه‌ای جرم با بهره‌گیری از روش‌های هوش مصنوعی	شیوه‌های ارتکاب جرم سارقان منازل با استفاده از شبکه‌های عصبی -یکی از روش‌های موجود در حوزه هوش مصنوعی در راستای کشف پیش‌دستانه جرم
۱۷	صدوقی و شیخ طاهری (۱۳۸۹)	کاربرد هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های پزشکی: مزایا و چالش‌ها	بررسی قابلیت هوش مصنوعی در پزشکی و مهم‌ترین چالش‌های به‌کارگیری این سیستم‌ها

## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی - توصیفی است که برای احصای چالش توسعه هوش مصنوعی و روش نگاشت اداری فازی به‌منظور اولویت‌بندی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی، از روش تحلیل مضمون استفاده می‌کند. شکل ۱ فرایند اجرای پژوهش را نشان می‌دهد.

### تحلیل مضمون

علاوه بر حضور میدانی و مشاهده عینی و تجربی به‌نسبت طولانی‌مدت، مطالعات کتابخانه‌ای، شرکت در جلسه‌ها و بحث‌های گروهی انجام‌شده در آن، از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته به جمع‌آوری اطلاعات پرداخته شده است. از این رو، روش محوری برای جمع‌آوری اطلاعات در این مقاله، تحلیل مضمون است که در ادامه توضیحات مختصری در رابطه با آن ذکر می‌شود. فرایند تحلیل مضمون هنگامی آغاز می‌شود که پژوهشگر در پی شناسایی الگوهایی از معانی و موضوعات در داده‌ها باشد، البته ممکن است این کار طی جمع‌آوری داده‌ها اتفاق بیفتد. نقطه فرجام این فرایند نیز تهیه گزارشی از محتوا و معانی الگوها و مضامین در داده‌ها است. همچنین تحلیل فرایندی است که طی زمان شکل می‌گیرد (عابدی جعفری، تسلیمی، فقیهی و شیخ زاده، ۱۳۹۰). تجزیه و تحلیل اطلاعات در روش تحلیل مضمون بر فرایند کدگذاری مبتنی است. مضمون یا تم، بیانگر مفهوم الگوی موجود در داده‌ها و مرتبط با پرسش‌های پژوهش است. این روش فرایندی برای تحلیل داده‌های متنی است که داده‌های پراکنده و متنوع را به داده‌های غنی و تفصیلی تبدیل می‌کند. شبکه مضامین بر اساس رویه‌های مشخص، طی چهار مرحله «دیدن متن»، «برداشت و درک مناسب از اطلاعات ظاهراً نامرتب»، «تحلیل اطلاعات کیفی» و در نهایت «مشاهده نظام‌مند شخص، تعامل، گروه، موقعیت، سازمان یا فرهنگ» مضامین زیر را نظام‌مند می‌کند: ۱. مضامین پایه (کدها و نکات کلیدی موجود در متن)، ۲. مضامین سازمان‌دهنده (مقولات به‌دست‌آمده از ترکیب و تلخیص مضامین پایه) و مضامین فراگیر (مضامین عالی دربرگیرنده اصول حاکم بر متن به‌عنوان یک کل) (ابراهیمی و عین‌علی، ۱۳۹۸).

در گام نخست تجزیه و تحلیل داده‌ها، خروجی مصاحبه‌ها با استفاده از تحلیل مضمون دسته‌بندی و عارضه‌ها و آسیب‌های توسعه هوش مصنوعی احصا شد. این عارضه‌ها در واقع، ورودی گام دوم تجزیه و تحلیل به‌وسیله نگاشت شناختی فازی است.

### نگاشت‌شناختی فازی

نگاشت‌شناختی مبتنی بر نظریه گراف، توسط آکسلرود<sup>۱</sup> (۱۹۹۴) به‌عنوان ساختار ارزیابی روابط اجتماعی پیچیده فرموله شد. نگاشت‌شناختی روشی است که برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده و شناسایی روابط علت و معلولی بین آنها استفاده می‌شود، بنابراین، در علوم فنی و اجتماعی مختلف به‌کار رفته است. با توجه به اینکه نگاشت‌شناختی دربرگیرنده دیدگاه‌های خبرگان درباره واقعیتی ذهنی است تا واقعیتی



عینی و با در نظر گرفتن توان کمی‌سازی منطق فازی، کانداسمی<sup>۱</sup> (۱۹۸۶) نگاشت‌شناختی با وزن‌های فازی را معرفی کرد. نگاشت‌شناختی فازی ساختارهای نموداری فازی برای نشان دادن روابط علی هستند که درجه مبهم روابط علی بین مفاهیم را با عددی در بازه [۰،۱] نشان می‌دهد. مقادیر فازی علاوه بر اینکه برای بیان شدت رابطه بین متغیرها استفاده می‌شود، جهت رابطه را نیز نشان می‌دهد. برای تحلیل یک نقشه شناختی، می‌توان تعداد متغیرها و تعداد اتصالات را شمرد، اما نظریه گراف شاخص‌های بیشتری علاوه بر تعداد متغیرها (مفاهیم و اظهارات) و اتصالات (روابط و پیوندها) به ما می‌دهد (ازسمی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). نوع متغیرهای نقشه مهم است، زیرا نشان می‌دهد متغیرها در ارتباط با متغیرهای دیگر چگونه عمل می‌کنند. همچنین، وجود متغیرهای متنوع در یک نقشه شناختی درک ساختار آن را آسان می‌کند (هیج و هری، ۱۹۸۳). سه نوع متغیر وجود دارد: متغیرهای فرستنده، متغیرهای دریافت‌کننده و متغیرهای عادی (مرکزی). این متغیرها با درجه خروجی و درجه ورودی خود تعریف می‌شوند. درجه خروجی جمع سطری قدرمطلق ارزش متغیرها در ماتریس مجاورت و نشان‌دهنده توانایی تجمعی روابط خارج‌شده از متغیر است. درجه ورودی جمع ستونی قدرمطلق ارزش متغیرها است و توانایی تجمعی روابط واردشده به متغیر را نشان می‌دهد. مرکزیت (اثر کل) متغیر جمع جبری درجه ورودی (فلش‌های ورودی) و درجه خروجی (فلش‌های خروجی) آن متغیر است.



شکل ۱. فرایند اجرای پژوهش

مرکزیت بیانگر سهم هر متغیر در نقشه شناختی است و نشان می‌دهد که یک متغیر چگونه به متغیرهای دیگر متصل شده است و توانایی تجمعی این اتصالات چقدر است (ادن و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۹۲).

پژوهش‌های رودیگز - رپسیو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) نشان می‌دهد که روش FCM از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش زنجیره موفقیت بحرانی<sup>۲</sup> بهتر عمل می‌کند. یکی از مزیت‌های مهم نگاهت ادراکی فازی زمانی آشکار می‌شود که پژوهشگر درک و شناخت درستی از مسئله ندارد و با افزایش تجربه و رفع ابهامات می‌تواند مفاهیم جدید را به راحتی اضافه کند و دیگر لازم نیست مسئله را دوباره از اول تشریح و بازنمایی کند. این روش می‌تواند دید بسیار راهبردی در ارتباط با مفاهیم ارائه داده و به تحلیل گر در ارائه تحلیل‌های جامع و نافذ کمک فراوان کند. از بعد کاربردی نیز، FCM می‌تواند امکان تغییر راهبردها و مشاهده نتایج را برای مدیران فراهم آورد. شبیه‌سازی و تحلیل نگاهت ادراکی فازی و طراحی سناریوها به کارشنان و تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا راه‌های مختلف جهت حرکت به سمت اهداف، کلیدی‌تری عوامل در دستیابی به اهداف، امکان‌پذیری دستیابی به اهداف با توجه به باور کارشناسان را مشخص کنند (اسعدی و همکاران، ۱۳۹۹).

شکل ۱ نشان‌دهنده فرایند اجرای پژوهش است. جامعه آماری پژوهش شامل برخی از اعضای هیئت‌علمی و پژوهشگران و کارشناسان مرتبط با توسعه حوزه ارتباطات و فناوری اطلاعات در کشور است. روش نمونه‌گیری از نوع قضاوتی است. در نمونه‌گیری افرادی انتخاب شدند که از نظر ما، در مقایسه با دیگران در ارتباط با موضوع، بیشترین اطلاعات را داشتند. دلیل انتخاب این افراد تجربه و سطح دانش این افراد بوده است.

## تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهشی

### کدگذاری متون و استخراج مضامین پایه

در این مرحله و برای رسیدن به چالش‌های توسعه هوش مصنوعی تعداد ۳۲ مصاحبه با خبرگان دانشگاهی، شرکت دانش‌بنیان، کارشناسان دستگاه‌های اجرایی و سیاست‌گذاری بر اساس جدول ۱ انجام شد. با توجه به اینکه این بخش از پژوهش با استفاده از یک روش کیفی انجام می‌شود، ۳۲ خبره که با روش گلوله برفی انتخاب شده‌اند، تعداد قابل قبولی است، ضمن اینکه پژوهشگر با این تعداد خبره به کفایت داده رسیده است. به بیان دیگر، برخلاف روش‌های نمونه‌گیری احتمالی که در آنها هدف تعمیم نتایج از یک نمونه معرف جامعه به کل جامعه مورد پژوهش است، در پژوهش‌های کیفی چنین هدفی مدنظر نیست و معیار توصیف یا تبیین یک پدیده به مشروح‌ترین شکل ممکن است. بنابراین، معیاری معرفی می‌شود که در آن، رسیدن به حداکثر اطلاعات در خصوص پدیده به‌عنوان نقطه پایان در نظر گرفته می‌شود. این معیار در زمینه پژوهش‌های کیفی، اشباع نامیده می‌شود. اشباع داده یا اشباع نظری، رویکردی است که در پژوهش‌های کیفی برای تعیین کفایت نمونه‌گیری استفاده می‌شود. به معنای دقیق‌تر باید گفت که خصوصیت‌های یک دسته یا طبقه تئوریک به اشباع رسیده است. این حالت زمانی رخ می‌دهد که داده بیشتری که سبب توسعه، تعدیل، بزرگ‌تر شدن یا اضافه شدن به تئوری موجود شود،

1. Rodriguez-Repiso

2. Critical Success Chains

به پژوهش وارد نشود. در این وضعیت، داده جدیدی که به پژوهش وارد می‌شود، طبقه‌بندی موجود را تغییر نمی‌دهد یا پیشنهادی برای ایجاد طبقه جدید ایجاد نمی‌کند (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین، بعد از مطالعه دقیق متون، به‌منظور اینکه چالش‌ها، واقعی و خبرگانی و در واقع مدلی عملیاتی با در نظر گرفتن آسیب‌های وضع موجود باشد، چالش‌های احصاشده از مصاحبه‌ها و مطالعه ادبیات و مستندات بررسی شد و از تحلیل و ترکیب آنها تعداد ۸۶ مضمون اولیه استخراج شده، ۳۶ مضمون نهایی تولید شد. در جدول ۳ به‌عنوان نمونه، استخراج برخی از مضامین اولیه ذکر شده است.

جدول ۲. مشخصات جمعیت‌شناختی نمونه پژوهش

تعداد	متوسط سابقه کار	موقعیت سازمانی
۸	۹	عضو هیئت‌علمی دانشگاه با تخصص هوش مصنوعی
۹	۶	مدیرعامل شرکت‌های دانش‌بنیان و نوآور در زمینه توسعه خدمات هوش مصنوعی
۱	۱۶	کارشناس سازمان برنامه و بودجه
۱	۸	کارشناس معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
۱۳	۱۹	کارشناسان حوزه فناوری اطلاعات در دستگاه اجرایی

جدول ۳. استخراج مضامین پایه

منبع	مضامین اولیه	متن مصاحبه یا ادبیات	کدگذاری
مصاحبه د	دانش‌اندک تصمیم‌گیران و مدیران در زمینه هوش مصنوعی و شفاف نبودن موضوع برای ایشان	دانش (آگاهی) مدیران تصمیم‌گیرنده در سطح عالی کم است یا مشاوره‌های لازم به آنها ارائه نمی‌شود. یعنی موضوع هوش مصنوعی برای آنها خیلی شفاف نیست و به آن آگاهی و اشراف لازم ندارند. در این صورت اگر مدیران توجه نباشند، دغدغه و اولویت آنها هم نیست.	IA01
مصاحبه الف	کمبود برنامه‌ریزی مناسب برای توسعه هوش مصنوعی	چالش‌های قبلی که بیان شد، ناشی از بی‌برنامگی است. در سطح عالی باید برنامه‌ها به‌گونه‌ای باشد که به یک نقطه مشترک برسند، یعنی وقتی دانشگاه، دانشجوی هوش مصنوعی تربیت می‌کند باید تمام وزارتخانه‌ها کاربردهای آن را جاری و ساری کنند.	IM07

از بین خبرگان، سه هیئت‌علمی هوش مصنوعی، دو مدیرعامل شرکت‌های فعال در حوزه هوش مصنوعی یک کارشناس برنامه و بودجه و یک کارشناس فناوری اطلاعات و سه نفر مشاوره هوش مصنوعی فعال در کشور برای FCM انتخاب کردیم.

### تجمیع و دسته‌بندی متون کدگذاری شده و رسیدن به مضامین نهایی

در این مرحله از فرایند تحلیل مضمون، مضامین اولیه مستخرج از مصاحبه‌ها و متون به صورت موضوعی دسته‌بندی و تجمیع شدند و در نهایت به ۳۶ مضمون نهایی رسیدیم. نتایج در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

جدول ۴. دسته‌بندی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی

عنوان چالش	کلان چالش	علامت اختصاری
نبود اعتماد کافی به هوش مصنوعی	توسعه هوش مصنوعی	C1
آگاهی اندک عموم جامعه و ابهام در مفهوم هوش مصنوعی و برداشتهای اشتباه از آن		C2
دانش (آگاهی) کم مدیران در زمینه هوش مصنوعی		C3
کمبود نقشه جامع توسعه هوش مصنوعی		C4
زمان بر بودن و هزینه بر بودن فعالیت‌های هوش مصنوعی		C5
احساس بی‌نیازی به حل مسائل به روش‌های علمی و مقاومت شرکت‌های بزرگ خصوصی و دولتی برای استفاده از هوش مصنوعی		C6
نبود مراکز علمی مسئول در توسعه هوش مصنوعی	توسعه زیرساخت‌ها و نیروی انسانی	C7
رویکرد مقاله‌محوری در دانشگاه‌ها به جای مسئله‌محوری در حوزه هوش مصنوعی		C8
منحصر بودن هوش مصنوعی به هر طرح (بدین معنا که هوش مصنوعی، پس از یادگیری در یک حوزه مثل بهداشت یا حمل‌ونقل قابلیت استفاده در حوزه دیگر را ندارد و باید الگوریتم یادگیری جدیدی برای هر طرح تدوین شود).		C9
کمبود همکاری‌های بین‌المللی میان پژوهشگران و متخصصان ایرانی		C10
ارتباط ضعیف دانشگاه و صنعت در حوزه هوش مصنوعی و کمبود سازوکار برای تعامل		C11
کمبود بستر و تجهیزات مناسب برای مدل‌سازی، تست و آزمایش		C12
کمبود سازوکار لازم برای رشد و توسعه بازار هوش مصنوعی	توسعه بازار و کسب‌وکار	C13
وضعیت نامناسب کشور در شاخص‌های ایجاد و نگهداری کسب‌وکارهای هوش مصنوعی		C14
تمایل نداشتن به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی		C15
دسترسی محدود بخش خصوصی به سرورهای قدرتمند برای پردازش کلان داده‌ها		C16
دسترسی سخت به نرم‌افزارهای غیربومی		C17
کمبود پهنای باند متناسب با فعالیت‌های هوش مصنوعی		C18
محدودیت حجم و فضای ذخیره‌سازی داده‌ها و اطلاعات مرتبط با هوش مصنوعی		C19
پایین بودن کیفیت داده‌های لازم برای سامانه‌های هوش مصنوعی		C20

## ادامه جدول ۴

عنوان چالش	کلان چالش	علامت اختصاری
نداشتن شناخت صحیح از داده‌های موجود و وجود داده‌های تاریک (ناشناخته)		C۲۱
هزینه‌بر بودن برچسب‌گذاری داده‌ها		C۲۲
نبود پلتفرم‌های به اشتراک‌گذاری داده		C۲۳
کمبود ابزارهای پایه‌ای پردازش زبان فارسی برای فعالیت‌های هوش مصنوعی		C۲۴
دانش ناکافی از توانایی‌های هوش مصنوعی	تربیت آموزشی و انسانی	C۲۵
دشواری آموزش هوش مصنوعی به افراد		C۲۶
ضعف رشته‌های تخصصی هوش مصنوعی و فارغ‌التحصیلان این رشته		C۲۷
کمبود متخصصان و خبرگان حوزه‌های مرتبط با هوش مصنوعی		C۲۸
کمبود مراکز پژوهشی تخصصی هوش مصنوعی		C۲۹
کمبود قوانین و مقررات حقوقی لازم در حوزه هوش مصنوعی	قوانین، رگولاتوری و اخلاق	C۳۰
چالش‌های اخلاقی موجود در هوش مصنوعی		C۳۱
دشواری و سردرگمی در ادغام سامانه‌های موجود با سامانه‌های هوش مصنوعی		C۳۲
تبعات منفی استفاده از هوش مصنوعی (مانند پیش‌داوری، بیکاری و...)		C۳۳
کمبود استانداردهای لازم برای اعتبارسنجی فعالیت‌ها و مؤسسه‌های مرتبط		C۳۴
تعدد و تکثر قانون‌گذار و سیاست‌گذار در حوزه فناوری اطلاعات در کشور		C۳۵
نداشتن شناخت کافی قانون‌گذاران از توانمندی‌ها و مزایای هوش مصنوعی		C۳۶

## تجزیه و تحلیل نگاهت‌شناختی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی

برای نگاهت‌شناختی فازی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی، نخستین گام تدوین ماتریس اولیه است. بنابراین، در گام نخست چالش‌های توسعه هوش مصنوعی در اختیار ۱۰ نفر از خبرگان هوش مصنوعی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و مدیریت صنعتی قرار گرفت و از آنها خواسته شده تا درجه اهمیت هر یک از این مؤلفه‌ها را بر اساس طیف پنج‌تایی لیکرت و در طبقات بسیار زیاد (VH)، زیاد (H)، متوسط (M)، کم (L) و خیلی کم (VL) اعلام کنند. با جمع‌آوری نظرهای خبرگان ماتریس اولیه ایجاد شد.

### محاسبات مربوط به ماتریس فازی شده

برای تبدیل متغیرهای کیفی به کمی از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است. سازوکار این تبدیل در جدول ۵ مشاهده می شود.

جدول ۵. اعداد فازی مثلثی طیف لیکرت ۵ درجه

متغیر کلامی	علامت اختصاری	مقدار فازی	عدد فازی مثلثی
خیلی کم	VL	۱	(۰، ۰، ۲۵)
کم	L	۲	(۰، ۲۵، ۵۰)
متوسط	M	۳	(۰، ۲۵، ۵۰)
زیاد	H	۴	(۱۰، ۲۵، ۵۰)
خیلی زیاد	VH	۵	(۱۰، ۲۵، ۵۰)

حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳: ۳۲

برای تبدیل یک عدد فازی به یک عدد قطعی شیوه‌های مختلفی وجود دارد که شامل روش مرکز ثقل، روش مرکز سطح، روش مرکز ماکزیمم، روش مرکز مجموع و روش میانگین وزنی مراکز است. در این پژوهش از روش مرکز ثقل و با کمک روابط رابطه ۱ استفاده شده است.

$$x_m^1 = \frac{L + M + U}{3}; x_m^2 = \frac{L + 2M + U}{4}; x_m^3 = \frac{L + 4M + U}{6} \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{Crisp number} = Z^* = \max(x_{\max}^1, x_{\max}^2, x_{\max}^3)$$

پس از تبدیل متغیرهای کیفی به اعداد مثلثی فازی و تبدیل اعداد مثلثی فازی به اعداد قطعی، ماتریس فازی شده ایجاد می شود. با توجه به این روابط عناصر باقی مانده بردار در بازه صفر و ۱ برآورده می شوند. در این مرحله، باید یک ارزش سقف بالاتر و پایین تر تعیین شود که در این پژوهش طبق نظر خبرگان، عدد ۵ به عنوان حد بالا و عدد ۲ به عنوان حد پایین داده‌ها در محاسبات در نظر گرفته می شود. در جدول ۶ ماتریس فازی شده چالش‌های توسعه هوش مصنوعی آورده شده است.

### محاسبات مربوط به ماتریس رابطه قدرت

ماتریس رابطه قدرت یا SRM یک ماتریس مربعی با تعداد سطرها و ستون‌های برابر و مساوی با تعداد چالش‌های توسعه هوش مصنوعی است. در این پژوهش عناوین سطرها و ستون‌های ماتریس رابطه قدرت همان چالش‌های توسعه هوش مصنوعی است. در این بخش، ارتباط بین این مؤلفه‌ها به صورت دو به دو بررسی می شود. هر عنصر این ماتریس نشان دهنده میزان تأثیر چالش نام بر چالش زام است. این عنصر می تواند مقداری بین ۱- و ۱ را به خود تخصیص دهد. هر عنصر این ماتریس می تواند سه مقدار مثبت، صفر یا منفی به خود بگیرد. اگر این مقدار مثبت باشد، نشان دهنده ارتباط مستقیم بین چالش‌های  $i$  و  $j$

است. اگر مقدار منفی باشد میان چالش  $i$  و  $j$  رابطه معکوس (منفی) وجود دارد و در صورت مقدار صفر آن هیچ رابطه‌ای میان چالش  $i$  و  $j$  نیست. برای محاسبه هر یک از عناصر ماتریس رابطه قدرت از شاخص میزان مشابهت استفاده می‌شود. رابطه نزدیکی و مشابهت میان دو بردار با پارامتر  $S$  نمایش داده می‌شود که مقدار آن برابر است با

$$S = 1 - AD \quad \text{رابطه ۲}$$

در رابطه مستقیم در حالتی که مقدار  $S$  برابر با عدد ۱ باشد نشان‌دهنده این موضوع است که دو بردار کاملاً به هم نزدیک و شبیه هستند و در حالتی که مقدار  $S$  برابر 0 باشد، نشان‌دهنده حداکثر نبود تشابه میان دو بردار است.

### تشکیل ماتریس نهایی

زمانی که ماتریس SRM تکمیل شد، ممکن است برخی از داده‌های درون آن داده‌های گمراه‌کننده باشند. بدین معنا که ممکن است تمامی عواملی که در ماتریس قبل که ارتباط آنها با هم مشخص شد، با یکدیگر ارتباط نداشته باشند یا ممکن است همیشه رابطه علت و معلولی میان عوامل برقرار نباشد. در این حالت، به نظر فرد خبره برای تحلیل اطلاعات و تبدیل ماتریس SRM به ماتریس FM نیاز است. در این حالت، در ماتریس FM فقط اجزای عددی فازی‌ای قرار می‌گیرند که نمایش‌دهنده ارتباط علت و معلولی میان عوامل باشند. زمان تحلیل داده در ماتریس SRM دو بردار می‌توانند با توجه به انطباقی که مد نظر قرار می‌گیرد با یکدیگر ارتباط داشته باشند. عوامل می‌توانند در منطق ریاضی استفاده‌شده دارای رابطه و نزدیکی قابل قبولی باشند، اما این در حالی است که ممکن است به صورت منطقی با هم بی‌ارتباط باشند. این ارتباطات نامناسب به راحتی می‌تواند توسط خبرگان در این حوزه شناسایی شده و حذف شوند.

در این قسمت، دوباره به خبرگانی که حوزه فناوری اطلاعات فعالیت کرده و همچنین با مباحث هوش مصنوعی آشنایی داشته‌اند، مراجعه شد. به منظور شناسایی ارتباطات بین مؤلفه‌ها، جدولی متقاطع که ستون و سطر اصلی آن چالش‌های توسعه هوش مصنوعی است در اختیار خبرگان قرار گرفت و از خبرگان درخواست شد تا ارتباط بین مؤلفه‌ها را از بین سه حالت مستقیم (مثبت)، معکوس (منفی) و بی‌ارتباط (صفر) انتخاب کنند. برای اطمینان از شناسایی نوع ارتباط بین مؤلفه‌ها، از خبرگان متعددی در این زمینه استفاده شد و با انتخاب تعداد فرد خبرگان و بر اساس قاعده اکثریت آراء، نوع ارتباطات شناسایی شد.

### نمایش گرافیکی نقشه‌شناختی فازی

در این مرحله، نمایشی گرافیکی از نقشه‌شناختی فازی برای ترسیم چالش‌های توسعه هوش مصنوعی ارائه می‌شود. در شکل ۲ تصویری از نگاشت‌شناختی فازی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی آورده شده است. ماتریس نهایی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی پس از محاسبه و نهایی‌سازی به‌عنوان ورودی به نرم‌افزار FCMapper داده شد. این نرم‌افزار پس از انجام محاسبات در مرحله نخست مقادیر شاخص‌هایی را

به منظور تجزیه و تحلیل ارتباطات مشخص می‌کند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: شاخص‌های چگالی یا تراکم شبکه، درجه بیرونی، درجه درونی و درجه مرکزیت که در قسمت بعدی به این شاخص‌ها پرداخته خواهد شد. دومین خروجی نرم‌افزار FCMapper یک فایل برای ترسیم شبکه ارتباطات بین مؤلفه‌ها است که به صورت نت فایل<sup>۱</sup> است. این فایل می‌تواند به عنوان ورودی برای نرم‌افزارهای ترسیم شبکه استفاده می‌شود. در این پژوهش، به منظور ترسیم نقشه از نرم‌افزار پژک<sup>۲</sup> و از ورژن ۵/۱۴ آن استفاده شده است. در این نقشه، هر پیکان بین دو مؤلفه *i* و *j* نشان‌دهنده ارتباط بین این دو مؤلفه است. درجه و شدت ارتباط بین دو مؤلفه با عددی روی پیکان مشخص شده است. در صورت ارتباط متقابل بین مؤلفه‌ها، از پیکان‌های دوطرفه در آن استفاده شده است.

### تجزیه و تحلیل شاخص‌های نگاهت‌شناختی فازی

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، شاخص دانسیته یا تراکم شبکه تقریباً ۱۶ درصد است که نشان‌دهنده نسبت تعداد ارتباطات موجود به کل ارتباطات ممکن است. تعداد فاکتورهای نقشه که در پژوهش حاضر با چالش‌های توسعه هوش مصنوعی برابر است، برابر ۳۶ بوده است. تعداد مؤلفه‌هایی که فقط دریافت‌کننده یا انتقال‌دهنده هستند نیز صفر است و همه مؤلفه‌ها به‌عنوان گره‌های معمولی در شبکه وجود دارند. تعداد حلقه یا مؤلفه‌هایی که با بقیه بی‌ارتباط هستند نیز صفر است و تعداد ارتباطات معمولی نیز ۲۱۳ مورد بوده است.

جدول ۶. شاخص‌های نگاهت‌شناخت فازی

Density	Total Nr. Factors	Total Nr. Connections	Nr. NoConnect ion	Nr. SelfLoo ps	Nr. Regular Connections	Nr. Transmitt er	Nr. Receive r	Nr. Ordin ar y
۰/۱۶	۳۶	۲۱۳	۰	۰	۲۱۳	۳	۲	۳۱

### تحلیل شاخص‌های درجه بیرونی، درجه درونی و مرکزیت در نقشه نگاهت‌شناختی

علاوه بر شاخص‌های عنوان‌شده، سه شاخص اصلی دیگر توسط نرم‌افزار FCMapper محاسبه می‌شوند که عبارت‌اند از: شاخص درجه بیرونی، شاخص درجه درونی و شاخص مرکزیت. شاخص درجه درونی نشان‌دهنده مجموع وزن پیکان‌هایی جهت‌داری است که به یک گره یا عنصر شبکه وارد می‌شود. در حقیقت، این شاخص تأثیرپذیری یک عنصر را نشان داده و بزرگ بودن این شاخص مبین تأثیرپذیری بیشتر یک گره در شبکه است. در جدول ۷ درجه درونی، بیرونی و مرکزیت چالش‌های توسعه هوش مصنوعی آورده شده است.

1. Net file  
2. Pajek



همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، بیشترین تأثیرپذیری برای چالش «رویکرد مقاله‌محوری در دانشگاه‌ها به‌جای مسئله‌محوری در حوزه هوش مصنوعی» است که عدد ۱۱/۸۶ را به خود تخصیص داده است. بر اساس شکل ۲ که نقشه شناختی ارتباطات بین چالش‌ها است، بیشترین تأثیر روی این چالش را سه چالش «عدم شناخت صحیح از داده‌های موجود و وجود داده‌های تاریک (ناشناخته)»، «عدم تمایل به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی» و «پایین بودن کیفیت داده‌های لازم برای سامانه‌های هوش مصنوعی» داشته‌اند که هر یک تقریباً ۰/۸۱ تأثیر را داشته‌اند.

بعد از چالش مقاله‌محوری، چالش‌های «فقدان سازوکار لازم جهت رشد و توسعه بازار هوش مصنوعی»، «نیود پلتفرم‌های به‌اشتراک‌گذاری داده» و «عدم تمایل به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی» بیشترین تأثیرپذیری را به ترتیب با عدد ۱۱/۸۱، ۱۱/۰۳ و ۱۰/۹۶ داشته‌اند.

شاخص دوم که بررسی می‌شود، شاخص درجه بیرونی یا تأثیرگذاری است. همان‌گونه که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، بیشترین اثرگذاری یا درجه بیرونی متعلق به «عدم تمایل به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی»، «فقدان قوانین و مقررات حقوقی لازم در حوزه هوش مصنوعی» و «کمبود مراکز پژوهشی تخصصی هوش مصنوعی» با عدد ۱۲/۶۲، ۱۲/۵۸ و ۱۱/۶۸ است.

آخرین شاخصی که در این پژوهش به آن پرداخته می‌شود، شاخص درجه مرکزیت است. این شاخص که از جمع دو شاخص بیرونی و درونی حاصل می‌شود، نشان‌دهنده اهمیت یک مؤلفه در مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری روی سایر مؤلفه‌ها است. مؤلفه‌ای که بیشترین درجه مرکزیت را داشته باشد، حتماً به این معنا نیست که بیشترین درجه درونی یا بیشترین درجه بیرونی را داشته باشد. در جدول ۷ درجه مرکزیت چالش‌های توسعه هوش مصنوعی به‌صورت نزولی مرتب شده است.

همان‌طور در جدول ۷ مشاهده می‌شود، چالش‌های «عدم تمایل به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی»، «فقدان سازوکار لازم جهت رشد و توسعه بازار هوش مصنوعی» و «فقدان قوانین و مقررات حقوقی لازم در حوزه هوش مصنوعی»، با عدد ۲۳/۵۹، ۲۰/۶۰ و ۱۸/۰۵ بیشترین درجه مرکزیت را داراست.

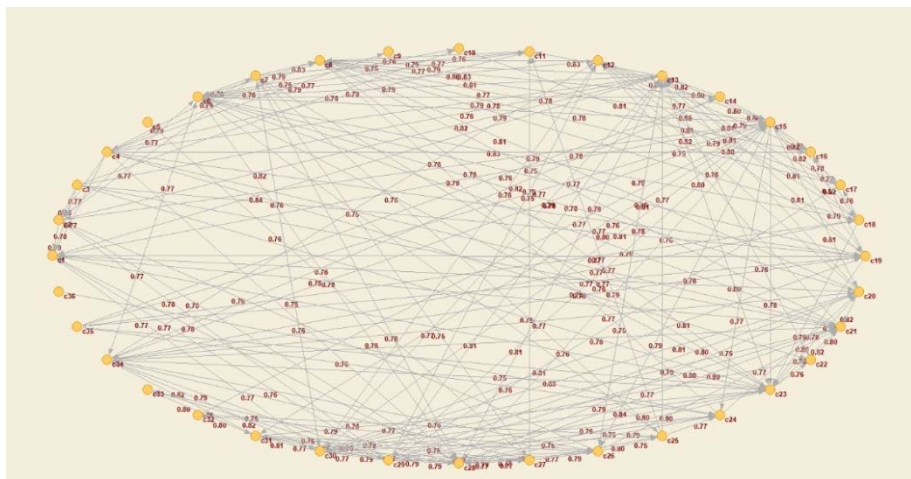
چالش «عدم تمایل به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی» با درجه مرکزیت ۲۳/۵۹ در مجموع بیشترین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را دارد. چالش‌هایی که بیشترین تأثیر را بر چالش «عدم تمایل به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی» دارند عبارت‌اند از: «فقدان سازوکار لازم جهت رشد و توسعه بازار هوش مصنوعی»، «فقدان قوانین و مقررات حقوقی لازم در حوزه هوش مصنوعی»، «کمبود مراکز پژوهشی تخصصی هوش مصنوعی» و «پایین بودن کیفیت داده‌های لازم برای سامانه‌های هوش مصنوعی» با وزن ۰/۸۱. بنابراین، توسعه هوش مصنوعی در کشور در اولویت اول، تمرکز بر چالش عدم تمایل به سرمایه‌گذاری اقتصادی در حوزه هوش مصنوعی را مطالبه می‌کند. برای تمرکز بر این چالش باید به نقش و تأثیرگذاری چهار چالش «فقدان سازوکار لازم جهت رشد و توسعه بازار هوش مصنوعی»، «فقدان قوانین و مقررات حقوقی لازم در حوزه هوش مصنوعی»، «کمبود مراکز پژوهشی

تخصصی هوش مصنوعی» و «پایین بودن کیفیت داده‌های لازم برای سامانه های هوش مصنوعی» توجه داشت.

جدول ۷. درجه بیرونی، درونی و مرکزیت چالش‌ها

چالش	درجه درونی	درجه بیرونی	درجه مرکزیت	چالش	درجه درونی	درجه بیرونی	درجه مرکزیت
C۱۵	۱۰/۹۶	۱۲/۶۲	۲۳/۵۹	C۰۱	۷/۷۸	۱/۵۱	۹/۲۹
C۱۳	۱۱/۸۱	۸/۷۹	۲۰/۶	C۰۲	۵/۵۱	۳/۱۶	۸/۶۷
C۳۰	۵/۴۷	۱۲/۵۸	۱۸/۰۵	C۳۱	۶/۲	۲/۳۶	۸.۵۶
C۲۸	۶/۱۵	۱۰۰/۴	۱۶/۱۸	C۲۵	۳/۰۶	۵/۳۴	۸/۳۹
C۲۳	۱۱/۰۳	۴/۶۸	۱۵/۷۲	C۱۱	۵/۴۸	۱/۵۳	۷/۰۱
C۰۶	۵/۳۸	۱۰۰/۱۶	۱۵/۵۴	C۲۴	۵/۳۴	۱/۵۶	۶/۹
C۳۴	۴/۶۸	۱۰/۱۶	۱۴/۸۴	C۰۳	۰	۵/۴۷	۵/۴۷
C۰۸	۱۱/۸۶	۱/۵۷	۱۳/۴۲	C۱۷	۳/۰۹	۲/۳۲	۵/۴۱
C۲۹	۱/۵۶	۱۱/۶۸	۱۳/۲۴	C۱۴	۲/۳۶	۲/۴۱	۴/۷۷
C۲۱	۸/۷	۲/۳۵	۱۱/۰۵	C۱۶	۳/۹۳	۰/۷۷	۴/۷
C۲۰	۶/۲۶	۴/۷۸	۱۱/۰۴	C۲۵	۰	۴/۶۳	۴/۶۳
C۲۶	۴/۶۷	۶/۱۲	۱۰/۷۹	C۲۲	۳/۰۴	۱/۵۶	۴/۶
C۱۹	۷/۱۱	۳/۲۶	۱۰/۳۷	C۳۳	۱/۵۵	۱/۵۵	۳/۱
C۰۴	۰/۷۹	۹/۲۹	۱۰/۰۸	C۱۰	۱/۵	۱/۵۴	۳/۰۵
C۲۷	۳/۸۴	۶/۲۱	۱۰/۰۵	C۳۲	۱/۵۷	۰/۷۶	۲/۳۳
C۰۷	۲/۳	۷/۷۳	۱۰/۰۳	C۰۹	۰/۷۹	۰	۰/۷۹
C۱۸	۳/۹۶	۵/۵۶	۹/۵۱	C۰۵	۰/۷۶	۰	۰/۷۶
C۱۲	۷/۹۱	۱/۵۸	۹/۴۹	C۳۶	۰	۰/۷۵	۰/۷۵

اولویت‌بندی چالش‌ها از طریق نگاشت شناخت فازی حاکی از این است که حکمرانان و مدیران سطح عالی هوش مصنوعی باید ابتدا به افزایش انگیزه سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی از طریق ایجاد شرکت‌های دانش‌بنیان، استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در کارخانه‌ها بزرگ و به‌کارگیری الگوریتم‌های هوش مصنوعی در حل مسائل مختلف بهداشتی، حمل‌ونقل، مخابراتی و... اقدام کنند. فقدان سازوکار لازم برای رشد و توسعه بازار هوش مصنوعی، چالش مهم دیگری است که حکایت از تشریفات اداری غیردقیق و گاه، زائد و مانع توسعه هوش مصنوعی دارد. به بیان دیگر، با توجه به نوظهور بودن فناوری هوش مصنوعی، هنوز زیرساخت‌های لازم برای توسعه این فناوری در بازار کشور به شکل انبوه فراهم نشده است.



شکل ۲. نقشه شناخت فازی

کمبود قوانین و مقررات حقوقی لازم در حوزه هوش مصنوعی، چالش دیگری است که در اولویت سوم حل قرار دارد. مراجع قانون‌گذار و رگلاتور بایست به‌طور دقیق‌تر و عملیاتی‌تر به موازین قانونی و تبعات حقوقی فناوری هوش مصنوعی ورود کرده و به‌منظور توسعه هوش مصنوعی، قوانین و مقررات تسهیل‌گر را تدوین کنند. کاهش موانع اداری، بروکراسی‌های زائد، تصدی‌گری‌های افراطی و تشریفات قانونی بیهوده، افزایش معافیت‌های مالیاتی و یارانه‌های تشویقی، حمایت از مراکز رشد و نوآوری در عرصه هوش مصنوعی، حمایت از توسعه آزمایشگاه‌های تخصصی آزمون و آزمایش محصولات هوش مصنوعی به‌منظور ورود سریع‌تر به بازار انبوه، کمک به توسعه زیرساخت‌های ذخیره‌سازی و پردازشی، سازوکار حمایت از مالکیت فکری و خریدهای دولتی از مصادیق مهم اقدام در راستای تضعیف چالش «عدم تمایل به سرمایه‌گذاری» است.

از محدودیت‌های مهم این پژوهش می‌توان به محدودیت پژوهش‌های داخلی در عرصه چالش‌های توسعه هوش مصنوعی در کشور، محدودیت دسترسی به خبرگان و کمبود تجربه عملیاتی ثنوریزه‌شده در کشور اشاره کرد. این موارد در طولانی شدن زمان پژوهش، اثر شایان توجهی خواهند داشت. برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود برای هر یک از چالش‌ها راهنمای عمل حل، برنامه‌ها و اقدامات عملیاتی برای مدیران و حکمرانان توسعه هوش مصنوعی به‌منظور مدیریت این چالش‌ها ارائه شود. این مسئله از آن جهت اهمیت دارد که بسیاری از نهادهای مسئول فناوری‌های نوظهور به‌ویژه فناوری هوش مصنوعی در تعیین اقدامات مقتضی معمولاً با چالش مدیریتی و کارشناسی روبه‌رو هستند. به همین منظور، برای ایجاد یک نقشه راه توسعه هوش مصنوعی و ایجاد یک سیستم مدیریتی کارا و اثربخش که بتواند این نقشه راه را پیاده‌سازی کند، ادامه پژوهش حاضر ضروری است.

## فهرست منابع

- ابراهیمی، سید عباس؛ عین علی، محسن (۱۳۹۸). ارائه چارچوبی برای تبیین تسخیر خط‌مشی‌های عمومی با کاربست روش تحلیل مضمون و مدل‌سازی ساختاری - تفسیری، مدیریت دولتی، ۳(۱۱)، ۴۰۳-۴۳۰.
- احترام، محمد؛ موسوی، سیدفرهاد؛ کرمی، حجت؛ تهرانی، نیوشا و امیری، آیدین (۱۳۹۵). ارائه روش هیبریدی برای بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخازن سدها مبتنی بر هوش مصنوعی، نشریه سد و نیروگاه برق آبی، ۳(۱۱)، ۴۴-۵۵.
- بابائیان امینی؛ علیرضا، حکیم زاده و حبیب، نورانی، وحید (۱۳۸۹). تعیین بیشینه دبی خروجی ناشی از شکافت سد خاکی با استفاده از هوش مصنوعی. نشریه مهندسی عمران و محیط زیست، ۴۰(۳)، ۱۰۷-۱۱۳.
- رنجبر، هادی؛ حق دوست، علی اکبر؛ صلصالی، مهوش؛ خوشدل، علیرضا؛ سلیمانی، محمدعلی و بهرامی، نسیم (۱۳۹۱). نمونه‌گیری در پژوهش‌های کیفی: راهنمایی برای شروع. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران، ۱۰(۳)، ۲۳۸-۲۵۰.
- سروش، الهه و منجمی، علیرضا (۱۳۹۶)، تحلیل و نقد هوش مصنوعی در طبابت از منظر معرفت‌شناسی. مجله فلسفه علم، ۷(۲)، ۲۷-۶۰.
- صدوقی، فرحناز و شیخ طاهری، عباس (۱۳۸۹). کاربرد سیستم‌های هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های پزشکی: مزایا و چالش‌ها. مدیریت اطلاعات سلامت، ۸(۳)، ۴۴۰-۴۴۵.
- طحاری مهرجردی، محمدحسین؛ بابایی میبیدی، حمید و تقی زاده مهرجردی، روح‌الله (۱۳۹۱). الگوسازی و پیش‌بینی مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل ایران: کاربردی از الگوهای هوش مصنوعی. فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه، ۱۷(۱)، ۲۹-۴۷.
- عابدی جعفری، حسن؛ تسلیمی، محمدحسن؛ فقیهی، ابوالحسن؛ شیخ زاده؛ محمد (۱۳۹۰). تحلیل مضمون و شبکه مضامین: روشی ساده و کارآمد برای تبیین الگوهای موجود در داده‌های کیفی، اندیشه مدیریت راهبردی، ۵(۲)، ۱۵۱-۱۹۸.
- کیوان پور، محمدرضا؛ جاویده، مصطفی و ابراهیمی، محمدرضا (۱۳۸۸). تحلیل رایانه‌ای جرم با بهره‌گیری از روش‌های هوش مصنوعی و داده‌کاوی کشف پیش‌دستانه جرم. کارگاه، ۲(۲)، ۹۸-۱۱۸.
- مهرابی، فاطمه و عوض پور، بهروز (۱۳۹۹). نقش هوش مصنوعی در شکل‌دهی به روابط انسان و ماشین در آثار سینمایی معاصر. مطالعات فرهنگ - ارتباطات، ۲۱(۵۰)، ۱۷۱-۱۹۳.
- Boden, M. A. (1998). Creativity and artificial intelligence. *Artificial intelligence*, 103(1-2), 347-356.

- Cath, C. (2018). Governing artificial intelligence: ethical, legal and technical opportunities and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2133), 20180080.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.
- Ghallab, M. (2019). Responsible AI: requirements and challenges. *AI Perspectives*, 1(1), 1-7.
- Haefner, N., Wincent, J., Parida, V., & Gassmann, O. (2021). Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120392.
- Lauterbach, A. (2019). *Artificial intelligence and policy: quo vadis?* Digital Policy, Regulation and Governance.
- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J., Ogata, H., ... & Tsai, C. C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. *Frontiers in psychology*, 2748.
- Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial intelligence*, 267, 1-38.
- Perc, M., Ozer, M., & Hojnik, J. (2019). Social and juristic challenges of artificial intelligence. *Palgrave Communications*, 5(1), 1-7.
- Pietikäinen, M., & Silven, O. (2022). *Challenges of Artificial Intelligence--From Machine Learning and Computer Vision to Emotional Intelligence*. arXiv preprint arXiv:2201.01466.
- Rao, A. S., & Verweij, G. (2017). Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise. *PwC Publication*, PwC, 1-30.
- Saghiri, A., Vahidipour, M., Jabbarpour, M., Sookhak, M., Forestiero, A. (2022). A Survey of Artificial Intelligence Challenges: Analyzing the Definitions, relationships, and Evolutions. *Applied sciences*, 12(8), 1-26.
- Soni, V. D. (2020). *Challenges and Solution for Artificial Intelligence in Cybersecurity of the USA*. Available at SSRN 3624487.
- Tizhoosh, H. R., & Pantanowitz, L. (2018). Artificial intelligence and digital pathology: challenges and opportunities. *Journal of pathology informatics*, 9, 38. doi: 10.4103/jpi.jpi\_53\_18
- Tolan, S., Pesole, A., Martínez-Plumed, F., Fernández-Macías, E., Hernández-Orallo, J., & Gómez, E. (2021). Measuring the occupational impact of AI: tasks, cognitive abilities and AI benchmarks. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 71, 191-236.
- Zhang, B., Anderljung, M., Kahn, L., Dreksler, N., Horowitz, M. C., & Dafoe, A. (2020). Ethics and Governance of Artificial Intelligence Evidence from a Survey of Machine Learning Researchers. *Proceedings of the Thirty-First International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-22) Journal Track*.

# Identifying and Prioritizing the Challenges of Artificial Intelligence Development in Iran using Thematic Analysis and Fuzzy Cognitive Mapping

**Ehram Safari**<sup>\*1</sup>

*Assistant Prof. in Artificial Intelligence Application Development Group, Research Center for ICT, Tehran, Iran*

**Karim Ebrahimi**

*PhD., Researcher in Artificial Intelligence Application Development Group, Research Center for ICT, Tehran, Iran*

## Abstract

Artificial intelligence is one of the key technologies that has helped a lot in industrial processing and solving various problems of society and has been considered by many societies. Over time, the use of artificial intelligence technologies and machine learning programs and algorithms in factories, health, banking and security, as well as e-commerce, mass media and mobile application platforms has developed significantly. Despite these advances, in parallel with technological advances and solutions produced by artificial intelligence, more variables are emerging about how things are done and whether current resources are sufficient to meet the changing needs of people. Thus, with unresolved issues, the challenges seem endless and experts are not skilled enough to complete their systems. Therefore, in this article, we address the most important challenges in the development of artificial intelligence in the Islamic Republic; after identifying the challenges with the content analysis method and with the interview tool, we have prioritized these challenges and the intensity of the relationship between them using the fuzzy cognitive mapping method. The statistical population of this study was selected from ICT experts, especially specialists in the field of artificial intelligence. In this research, first 36 pivotal challenges of artificial intelligence development in the country were identified based on existing strategic documents and content analysis method and then based on four initial impact matrices, fuzzy impact matrix, impact power matrix and final impact matrix and FCMapper software and Pajek software. Fuzzy cognition was drawn.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Theme Analysis, Cognitive Fuzzy Mapping, ICT.

---

1. Corresponding Author: e.safari@itrc.ac.ir