



Designing a Fuzzy Expert System for Evaluating the Integrity of Tender Processes

Hosein Bakhtiari*

Assistant Professor, Industrial Management Department, Faculty of Islamic Studies and Management, Imam Sadiq University, Tehran, Iran Noor University, Tehran, Iran.

Hadi Mohebali Poursaadatlou

MA Student in Industrial Management, Faculty of Islamic Studies and Management, Imam Sadiq University, Tehran, Iran.

Received: 29/09/2023

Accepted: 01/03/2024

Abstract:

Tendering in economic activities is aimed at creating equal opportunities for economic actors and discovering the lowest price for public or executive organizations. A significant portion of commercial and industrial activities in public or public entities involves large-scale transactions, necessitating either public or restricted tenders. Annually, numerous commercial transactions are conducted through tenders, and even minor deviations from the law in this domain can result in major economic corruption and considerable financial losses. The purpose of this paper is to design a system based on fuzzy expert system methodology to evaluate the integrity of tender processes. The research adopts an exploratory approach and is conducted using expert systems methodology. The proposed system includes a knowledge base containing rules that infer the level of compliance or deviation from the law using if-then logic. These rules are derived from higher-level legal regulations and expert opinions, particularly those in supervisory organizations, and are then transformed into if-then statements. MATLAB software is employed for the design of the fuzzy expert system, enabling the collection of rules, rule coding, and fuzzy inference. The results include 30 fuzzy rules for assessing the integrity of tenders. The designed system can be utilized by regulatory bodies, supervisory entities, and any organization involved in tenders to ensure compliance with regulations and the integrity of tender processes.

Keywords: Public Transactions, Tendering, Administrative Corruption, Fuzzy Expert System.

Corresponding Author, Email: h.bakhtiari@isu.ac.ir

Original Article

DOI: 10.22034/jipas.2024.401734.1612

Print ISSN: 2676-6256

Online ISSN: 2676-606X

طراحی سیستم خبره فازی شناسایی میزان سلامت برگزاری مناقصات

حسین بختیاری *

استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده معارف اسلامی و مدیریت، دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران.

هادی محبعلی پور سعادتلو

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده معارف اسلامی و مدیریت، دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران.

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰

دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۱

چکیده: موضوع مناقصه در فعالیت‌های اقتصادی به معنای ایجاد فرصت برابر برای فعالان اقتصادی و کشف کمترین قیمت برای دستگاه‌های اجرایی است. بسیاری از فعالیت‌های تجاری و صنعتی در دستگاه‌های اجرایی دولتی یا عمومی از نوع معاملات بزرگ هستند که اجرای آن‌ها نیاز به برگزاری مناقصه عمومی یا مناقصه محدود دارد. همه‌ساله تعداد زیادی معامله تجاری از طریق مناقصه انجام می‌شود که با توجه به حجم عظیم آن حتی درصد کمی انحراف از قانون در این حوزه می‌تواند فساد اقتصادی بزرگی شده و مبلغ شایان توجهی را به خود اختصاص دهد. هدف از این مقاله طراحی یک سیستم مبتنی بر روش‌شناسی سیستم خبره فازی برای شناسایی میزان سلامت مناقصات است. این پژوهش دارای رویکرد اکتشافی بوده و مبتنی بر روش سیستم‌های خبره انجام شده است. این سیستم یک پایگاه دانش دارد که در آن قوانینی وجود دارند که میزان سلامت مناقصه یا انحراف از قانون مبتنی بر این قوانین استنباط می‌شود که به صورت قواعد اگر-آنگاه است. قوانین پایگاه دانش با بررسی قوانین بالادستی و همچنین نظرات خبرگان این عرصه به‌ویژه در دستگاه‌های نظارتی احصاء شده‌اند و سپس به حالت اگر-آنگاه تبدیل شده‌اند. برای طراحی سیستم خبره فازی از نرم‌افزار متلب استفاده می‌شود که امکان جمع‌آوری قواعد، کدنویسی قواعد و استنباط فازی را فراهم می‌کند. نتایج حاصل ۳۰ قاعده فازی برای سنجش درجه صحت مناقصات است. از سیستم طراحی شده می‌توان در دستگاه‌های حاکمیتی، دستگاه‌های نظارتی و کلیه دستگاه‌هایی استفاده کرد که برگزارکننده مناقصه بوده و قصد اطمینان از رعایت قوانین و سلامت مناقصات را دارند.

واژگان کلیدی: معاملات دولتی، مناقصه، فساد اداری، سیستم خبره فازی.

* نویسنده مسئول: h.bakhtiari@isu.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22034/jipas.2024.401734.1612

شاپا چاپی: ۶۲۵۶-۲۶۷۶

شاپا الکترونیک: ۶۰۶-۲۶۷۶X



مقدمه

دولت به‌عنوان بزرگ‌ترین شخصیت حقوقی برای اجرای وظایف و فعالیت‌های قانونی خود همانند اشخاص حقوقی دیگر ناگزیر به انجام اعمال حقوقی است. معاملات دولتی بخش عمده‌ای از اعمال حقوقی اداره را تشکیل می‌دهد و موضوعی کاربردی و بسیار بحث‌برانگیز به‌شمار می‌رود (کیانی، ۱۳۹۰).

طبق ماده ۷۹ قانون محاسبات عمومی و اصلاحات بعدی، معاملات وزارتخانه‌ها و مؤسسات دولتی باید از طریق مناقصه یا مزایده انجام شود، اما اگر این اصل در همه معاملات دولتی به روش یکسان اعمال شود آنگاه دشواری‌های متعددی به‌وجود خواهد آمد که عملاً امکان‌پذیر نخواهد بود. برای گریز از این مشکلات قانون‌گذار معاملات را از نظر قیمت درجه‌بندی کرده و شمول قانون را درباره هر طبقه یا درجه از معاملات بیان کرده است که از دسته سوم (معاملات بزرگ) به بعد نیاز به برگزاری مناقصه است (اسماعیلی‌هریسی، ۱۳۸۷). نصاب تعیین قیمت معاملات هر ساله از سوی هیئت وزیران تعدیل می‌شود که برای سال جاری ۱۰ میلیارد ریال است که البته شامل بخش زیادی از معاملات دولتی خواهد شد. بنابراین، مناقصات حجم زیادی از معاملات دولتی را تشکیل می‌دهد و صحت و سلامت آن اهمیت زیادی برای دولت‌ها خواهد داشت.

خریدهای دولتی یکی از نقاط کلیدی است که در آن بخش خصوصی و بخش دولتی با یکدیگر تعامل مالی دارند. به‌طور معمول حجم خرید عمومی در کشورهای اروپایی ۱۰ تا ۲۰ درصد درآمدهای ناخالص داخلی است. در کرواسی ارزش خرید عمومی ۴/۴۰ میلیارد کونا در سال ۲۰۰۹ و ۴/۲۸ میلیارد کونا در سال ۲۰۱۰ بوده است بنابراین، خریدهای دولتی حجم زیادی از معاملات کشور را تشکیل می‌دهند. حجم بالای مناقصه‌ها در تولید ناخالص داخلی کشورها و در نتیجه وجود گستره مالی زیاد و مطرح شدن موضوع اموال عمومی در آن امکان وسوسه برای سوءاستفاده و گسترش فساد در این بخش را افزایش می‌دهد و همین مسئله ایجاب می‌کند که تدابیر و راهکارهای جدی و عملی برای جلوگیری از فساد در این‌گونه معاملات و سلامت قراردادهای عمومی استفاده شود. (حسینی و پورفخریان، ۱۳۹۸).

در تمامی کشورها از جمله ایران معاملات دولتی در راستای تأمین منافع و مصالح عمومی و صیانت از بیت‌المال و جلوگیری از تضییع حقوق و اموال عمومی تابع قواعد و مقررات ویژه‌ای است. قوانین و مقررات فراوان و پراکنده در این عرصه، اطمینان از رعایت قوانین در معاملات دولتی را مشکل می‌کند و دستگاه‌های دولتی و نظارتی را با مسئله اساسی مواجه می‌سازد. در راستای حل این مسئله اگر بتوان سیستمی هوشمند طراحی کرد که پایگاه دانش آن هم از قوانین و مقررات مربوط

به مناقصات و کلیه معاملات سازمان‌های دولتی و هم از نظرات خبرگان این عرصه تغذیه شده باشد استنباط از قوانین را تسهیل کرده و با استفاده از این سیستم می‌توان ضمن کاهش خطای انسانی در کشف خطا و انحراف در برگزاری مناقصه به کاهش فساد اقتصادی در این قبیل معاملات کمک کرد. بنابراین، مسئله اساسی نداشتن سازوکار نظارتی هوشمند بر برگزاری مناقصات تحلیل می‌شود که به دلیل انبوه قوانین یا خطاهای انسانی وجود خواهد داشت. برای تحلیل این مسأله از یک سیستم خبره استفاده شده است که به صورت فازی عمل می‌کند که وقتی داده‌های یک مناقصه را دریافت می‌کند به صورت هوشمندانه رعایت قوانین را بررسی کرده و خروجی این سیستم درجه صحت و سلامت مناقصه و انطباق با قوانین است.

جنبه نوآوری این پژوهش به استفاده از رویکرد هوش مصنوعی به‌ویژه سیستم‌های خبره در موضوع برگزاری مناقصات است. به عبارت دیگر، پژوهش‌هایی وجود دارد که از رویکردهای هوش مصنوعی در کشف تقلب، پولشویی و فساد اقتصادی استفاده شده ولی ناظر به موضوع مناقصه و مبتنی بر رویکرد سیستم‌های خبره پژوهشی انجام نشده است.

مبانی نظری پژوهش

با توجه به اینکه قلمرو موضوعی این پژوهش مناقصه است در این بخش به تعاریف، مفاهیم و قوانین مربوطه توجه می‌شود.

تعریف مناقصه، مناقصه‌گذار، مناقصه‌گر و فرآیند برگزاری مناقصه

ریشه لغتی کلمه مناقصه به معنای کاهش، کاست و کم کردن است. این کاهش، کاست و کم کردن مربوط به قیمت است که در مناسبات اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در تعریف حقوقی مناقصه گفته‌اند: «خریدار مال (یا اموال معین) از طرف مأمور رسمی به کمترین قیمتی که از طرف فروشندگان پیشنهاد می‌شود» (اسماعیلی‌هریسی، ۱۳۸۷).

طبق ماده ۲ قانون برگزاری مناقصات، مناقصه فرایندی است رقابتی برای تأمین کیفیت مدنظر (طبق اسناد مناقصه) که در آن تعهدات موضوع معامله به مناقصه‌گری واگذار می‌شود که کمترین قیمت متناسب را پیشنهاد کرده باشد (طالع خرسند، ۱۳۹۶).

انجام معامله منوط به این است که به‌نحو مقتضی از پیش‌بینی منابع مالی در مدت قرارداد اطمینان حاصل شود. ارزیابی کیفی مناقصه‌گران نیز با معیارهایی از قبیل تضمین کیفیت خدمات و محصولات، داشتن تجربه و دانش در زمینه مدنظر، حسن سابقه، داشتن پروانه کار یا گواهینامه‌های صلاحیت در صورت لزوم انجام می‌شود (طالع خرسند، ۱۳۹۶).

در هر مناقصه‌ای دو طرف وجود دارد: ۱- مناقصه‌گذار ۲- مناقصه‌گر. دستگاهی که مناقصه را

برگزار می‌کند مناقصه‌گذار و شخص حقیقی یا حقوقی که اسناد مناقصه را دریافت و در مناقصه شرکت می‌کند مناقصه‌گر می‌نامند. (مقررات، امور تدوین، تنقیح و انتشار قوانین و مجموعه قانون برگزاری مناقصات و آیین‌نامه‌های اجرایی آن، ۱۳۹۳)

برعکس مناقصه‌گذار که شخص حقوقی وابسته به دولت است. مناقصه‌گر می‌تواند هم شخص حقیقی باشد و هم شخص حقوقی. شخص حقیقی یا حقوقی وقتی به‌عنوان مناقصه‌گر اطلاق می‌شود که اولاً، اسناد مناقصه را دریافت کرده باشد و ثانیاً، در مناقصه نیز شرکت کند (اسماعیلی‌هریسی، ۱۳۸۷).

معاملات دولتی و انواع آن

معاملات دولتی معاملاتی هستند که در راستای اعمال تصدی‌گیری برای حسن اجرای وظایف کمکی پشتیبانی از قبیل تدارک، وسایل و ابزار کار، تهیه جا و مکان، تأمین خدمات و ... به‌موجب قوانین و مجوزهای خاص با اشخاص حقیقی یا حقوقی دیگر منعقد می‌گردند و حداقل یک طرف آن‌ها دولت یا دستگاه‌های عمومی و شهرداری‌ها است (کیانی، ۱۳۹۰).

معاملات دولتی براساس ماده ۳ قانون برگزاری مناقصات مبتنی بر نصاب تعیین شده برای آن‌ها به سه دسته معاملات کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم می‌شوند که فقط معاملات دسته سوم نیاز به برگزاری مناقصه به‌معنای کامل آن را دارد. هرچند چنانچه به بند (ه) ماده ۲۷ قانون توجه شود مشخص می‌شود که معاملات دولتی از نظر نصاب قیمت به پنج نوع به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

- ۱- معاملات کوچک ۲- معاملات متوسط ۳- معاملات بزرگ ۴- معاملات بسیار بزرگ ۵- معاملات مهم (اسماعیلی‌هریسی، ۱۳۸۷).

براساس مصوبه هیئت وزیران برای سال ۱۴۰۲، معاملات کمتر از یک میلیارد ریال معاملات کوچک هستند. معاملات متوسط، معاملاتی هستند که مبلغ معامله شده بیش از سقف مبلغ معاملات کوچک بوده و از ده برابر سقف ارزش معاملات کوچک تجاوز نکند. یعنی تا مبلغ ده میلیارد ریال معامله متوسط به‌حساب می‌آید.

معاملات بزرگ، معاملاتی هستند که مبلغ برآورد اولیه آن‌ها بیش از ده برابر سقف ارزش مبلغ معاملات کوچک باشد. معاملات بسیار بزرگ، معاملاتی هستند که مبلغ معامله بیش از پنجاه برابر نصاب معاملات کوچک باشد. البته این عنوان در قانون نیامده است ولی با توجه به اینکه در صورتی که مبلغ معامله به این مبلغ برسد محدودیت‌های اضافه‌تری برای اجرای مناقصه وجود دارد می‌توان آن‌ها را از معاملات بزرگ جدا کرد و عنوان بسیار بزرگ را برخی حقوق‌دانان و نه نص قانون برای این معاملات در نظر گرفته‌اند. در صورتی که مبلغ معامله بیش از دویست برابر نصاب معاملات کوچک باشد مهم تلقی می‌شود. این عنوان نیز به پیشنهاد برخی حقوق‌دانان ذکر شده به‌دلیل

محدودیت‌های بیشتری که برای این دسته از معاملات وجود دارد و نیاز به تصویب مقامات کشوری هم پیدا خواهد کرد.

طبقه‌بندی انواع مناقصات

مناقصات از نظر مراحل بررسی به دو بخش مناقصه یک‌مرحله‌ای و مناقصه دو مرحله‌ای تقسیم می‌شوند. از نظر روش دعوت مناقصه‌گران نیز مناقصات به دو دسته عمومی و محدود طبقه‌بندی می‌شوند. بدین ترتیب مناقصات به چهار نوع طبقه‌بندی می‌شوند:

مناقصه یک‌مرحله‌ای: مناقصه‌ای است که در آن نیازی به ارزیابی فنی بازرگانی پیشنهادها نباشد. در این مناقصه پاکت‌های پیشنهاد مناقصه‌گران در یک جلسه گشوده و در همان جلسه برنده مناقصه تعیین می‌شود.

مناقصه دو مرحله‌ای: مناقصه‌ای است که به تشخیص مناقصه‌گذار بررسی فنی بازرگانی پیشنهادها لازم باشد. در این مناقصه، کمیته فنی بازرگانی تشکیل می‌شود و نتایج ارزیابی فنی بازرگانی پیشنهاد را به کمیسیون مناقصه گزارش می‌کند و برنده مناقصه براساس مفاد ماده (۱۹) قانون برگزاری مناقصه تعیین می‌شود.

مناقصه عمومی: مناقصه‌ای است که در آن فراخوان مناقصه از طریق آگهی عمومی به اطلاع مناقصه‌گران می‌رسد.

مناقصه محدود: مناقصه‌ای است که در آن به تشخیص مسئولیت بالاترین مقام دستگاه مناقصه‌گزار، محدودیت برگزاری مناقصه عمومی با ذکر ادله تأیید شود. فراخوان مناقصه از طریق ارسال دعوت‌نامه برای مناقصه‌گران صلاحیت‌دار به اطلاع مناقصه‌گران می‌رسد.

قانون برگزاری مناقصات و آیین‌نامه‌های مرتبط با آن

اگرچه پیش از سال ۱۳۸۳، قانون برگزاری مناقصات به صورت جامع و با همین نام در قوانین کشور جایگاهی نداشت، لیکن به صورت پراکنده در سایر قوانین برای حراست از اموال عمومی در معاملات دولتی تمهیداتی اندیشیده شده بود. با این حال قانون‌گذار در سال ۱۳۸۳، برای پایان دادن به این پراکندگی‌ها، قانون جامعی از تصویب گذارند تا سامانه جدیدی بر معاملات دولتی حاکم شود (اسماعیلی هریسی، ۱۳۸۷).

قانون برگزاری مناقصات مشتمل بر سی ماده و ده تبصره است که در قالب چهار فصل تنظیم شده است. در فصل اول با عنوان کلیات، به کاربرد قانون، تعاریف و طبقه‌بندی معاملات توجه شده است که در آن معاملاتی که نیاز به برگزاری مناقصه دارند و همچنین طبقه‌بندی انواع مناقصات توضیح داده شده است. در فصل دوم با عنوان ساماندهی مناقصات به کمیسیون مناقصه و اعضای آن،

وظایف کمیسیون مناقصه و نحوه رسیدگی به شکایات مناقصه‌گران بحث شده است. در فصل سوم با عنوان برگزاری مناقصات، فرایند برگزاری مناقصات، تأمین منابع مالی و روش‌های انجام مناقصه، ارزیابی کیفی، مالی و فنی بازرگانی مناقصه‌گران، اسناد مناقصه و انعقاد قرارداد مطرح شده است. در نهایت در فصل چهارم این قانون، شرایط ارسال اسناد و مکاتبات، تجدید و لغو مناقصه، مناقصه محدود و ترک تشریفات طرح شده است (طالع خرسند، ۱۳۹۶).

روش و مراحل برگزاری مناقصات از ماده ۱۱ تا پایان ماده ۲۲ قانون به‌روشنی و وضوح بیان شده است. تعیین روش و مراحل برگزاری مناقصه طوری در این قانون پیش‌بینی شده است که تا حد ممکن از پنهان‌کاری، ابهام و رابطه‌بازی و در یک کلام از فساد اداری جلوگیری شود. البته نباید توقع زیادی از قانون داشت که بتواند از فساد اداری به‌طور مطلق جلوگیری کند لیکن هرچقدر قوانین روشن‌تر و بی‌ابهام‌تر باشند به‌طور قطع چند گام از فساد اداری و سازمانی دورتر می‌شود (اسماعیلی‌هریسی، ۱۳۸۷).

علاوه بر قانون اصلی که با عنوان قانون برگزاری مناقصات از آن یاد شد، قوانین و آیین‌نامه‌های اجرایی متعددی نیز تدوین و تصویب یافته است. قانون اساسنامه هیئت رسیدگی به شکایات قانون برگزاری مناقصات به‌منظور رسیدگی به دعاوی بین مناقصه‌گر و مناقصه‌گزار تدوین شده است. مقررات برگزاری مناقصات نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران که مصوب ستاد کل نیروهای مسلح است به‌منظور تعیین روش یکنواخت در برگزاری مناقصات نیروهای مسلح تدوین و تصویب شده است.

آیین‌نامه طبقه‌بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران که برای تشخیص صلاحیت پیمانکارانی به‌کار می‌رود که در طرح‌ها و پروژه‌هایی که تمام یا بخشی از منابع مالی آن‌ها از بودجه عمومی دولت تأمین شده باشد یا طرح‌هایی که تأمین مالی یا اجرای آن‌ها در داخل یا خارج کشور نیاز به تضمین یا تسهیلات دولتی داشته باشد. آیین‌نامه تشخیص صلاحیت مشاوران نیز برای تشخیص صلاحیت مشاورانی با شرایط مشابه پیمانکاران تدوین و به تصویب هیئت وزیران رسیده است. آیین‌نامه اجرای کار به پیمانکاران طرح و ساخت و همچنین آیین‌نامه تشخیص صلاحیت پیمانکاران طرح و ساخت نیز به تصویب هیئت وزیران رسیده است. آیین‌نامه اجرایی نظام مستندسازی و اطلاع‌رسانی مناقصات به منظور شفاف‌سازی و اطلاع‌رسانی به هنگام مناقصات و رقابت آزاد و ایفای به‌هنگام و کامل تعهدهای طرف‌های مناقصه و تسریع در مراحل برگزاری مناقصه تدوین شده است.

پیشینه پژوهش

با بررسی پیشینه پژوهش به این مطلب می‌توان پی برد که از وجوه مختلفی مسئله مناقصات بررسی شده است. واژگانی هم‌چون تأمین عمومی، قراردادهای عمومی و مناقصه کلیدواژه‌های اصلی جستجوی مقالات و پژوهش‌های قبلی مربوط به این بحث هستند.

سلمانی و همکاران (۱۳۸۴) در مقاله‌ای با عنوان روشی نوین در ارزیابی پیش‌صلاحیت پیمانکاران ابتدا به اهمیت موضوع بررسی صلاحیت پیمانکاران قبل از اجرای پروژه توجه کرده‌اند و موفقیت پروژه را در گرو انتخاب مناسب پیمانکار دانسته‌اند که این فرایند گزینش شامل دو بخش پیش-صلاحیت پیمانکار و برگزاری مناقصه و انتخاب پیمانکار می‌شود. در پیش‌صلاحیت معیارهایی بررسی شده است که نشان‌دهنده کفایت پیمانکار است. در این مقاله ابتدا این معیارها جمع‌آوری و سپس به دو روش حذفی و امتیازی این گزینش انجام شده است.

رزمی و همکاران (۱۳۸۶) در مقاله‌ای با عنوان طراحی مدل نوین پشتیبانی تصمیم‌گیری به‌منظور ارزیابی و انتخاب پیمانکاران عمرانی در مناقصه‌ها (در ایران) ابتدا به فراوانی وجود آیین‌نامه‌ها و روش‌های فراوان برای بحث ارزیابی و انتخاب پیمانکاران و رویه چندمرحله‌ای انتخاب بهترین پیمانکار اشاره کرده‌اند و سپس یک مدل چندمعیاره اولیه ارائه شده است که بتواند با در نظر گرفتن همه عوامل کیفی و کمی مؤثر در ارزیابی پیمانکاران بهترین پیمانکار را تعیین کند.

متنی‌نژاد (۱۳۸۶) در مقاله‌ای با عنوان شیوه‌ها و زمینه‌های تباری در معاملات دولتی، با دسته‌بندی روش‌های فساد در مناقصات شامل تباری در مناقصات عمومی، تباری در مناقصات محدود، تباری در ترک تشریفات مناقصه، تباری در موارد عدم الزام به برگزاری مناقصه و تباری در حوزه اختیارات دستگاه اجرایی به این مطلب اشاره کرده است که مبارزه جدی با روش‌های فساد در مناقصات مستلزم وضع مقررات جامع و لزوم رعایت قوانین و مقررات مربوطه در برگزاری مناقصات است.

بندریان (۱۳۸۸) در مقاله‌ای با عنوان ارائه یک مدل دانش‌مبنا برای قیمت‌گذاری مناقصه‌ای به-منظور بهینه‌سازی قیمت پیشنهادی در مناقصات اشاره به این مطلب کرده است که فرایند قیمت-گذاری برای مناقصه‌گران امری پیچیده است. این مقاله به مسئله قیمت‌گذاری مناقصات و نحوه مدیریت ریسک آن توجه کرده است؛ با تجزیه و تحلیل فلسفه قیمت‌گذاری، تابع احتمال برنده شدن برای هر قیمت پیشنهادی مطابق با قیمت نرمالایز شده براساس میزان ترجیح مناقصه‌گزار را استخراج کرده و سپس با روش‌های کیفی اقدام به تعیین قیمت پیشنهادی کرده است.

صالحی و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان جایگاه تشریفات مناقصه و مزایده در تشکیل قراردادهای دولتی به اهمیت اقتصادی بالای قراردادهای دولتی و همچنین لزوم برقراری شرایط

عمومی صحت قراردادهای و رعایت تشریفات مناقصه در قراردادهای دولتی توجه کرده‌اند. در ادامه ماهیت شرایط برگزاری مناقصه و رعایت تشریفات آن را دارای ابهام دانسته و وجود مشکلاتی در بررسی صحت قرارداد را در صورت عدم رعایت تشریفات مناقصه بررسی کرده‌اند.

رحمانی و میرزاده کوهشاهی (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان آسیب‌شناسی حقوقی برگزاری مناقصات در ایران نقاط قوت و ضعف قوانین و مقررات مناقصات را بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش بیانگر این هستند که اصلاح فرایند برگزاری مناقصات ضروری و اجتناب‌ناپذیر است و تاکنون هدف اولیه قانون‌گذار مبنی بر رفع خلأ یک ابزار قانونی کارآمد برای ایجاد شفافیت و جلوگیری از بروز فساد در روند برگزاری مناقصات محقق نشده است.

فرودر^۱ و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان فساد در تأمین و تدارکات عمومی؛ یافتن نشانگرهای درست به معرفی نشانگرهای آزموده شده فساد در تأمین و تدارکات عمومی توجه کرده‌اند که دسته‌بندی آن‌ها براساس مراحل مختلف مناقصه مانند تصمیم به عقد قرارداد، تعریف ویژگی‌های قرارداد، فرایند عقد قرارداد و موارد دیگر بوده است. همچنین در کنار بیان هریک از نشانگرها توضیحاتی نیز برای هر مورد ارائه شده است.

فازکاس^۲ و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان شاخص عینی ریسک فساد با استفاده از داده‌های تدارکات عمومی با پردازش داده‌های موجود در سامانه‌ها درنهایت به نشانه‌هایی از فساد در فرایند تأمین عمومی رسیده و دسته‌بندی خاصی براساس ورودی و خروجی فرایند مناقصه و فازهای مختلف انجام آن ایجاد و ارائه کرده‌اند. همچنین به حالات مختلف نشانه‌های دسته‌بندی شده شاخص‌های کمی نسبت داده و کار کمی‌سازی را برای پژوهشگران ساده کرده‌اند.

طجرلو و بابایی (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان بررسی اصول ارتقای سلامت در قانون برگزاری مناقصات ایران و سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) سعی دارد که اصول و الزامات مؤثر بر افزایش سلامت و جلوگیری از فساد را در مناقصات بررسی کند. از این‌رو، اصول و الزامات را به دو بخش ایجابی و سلبی تقسیم کرده است؛ اصول مهمی مانند شفافیت، رقابت و نظارت در بخش اول و اصولی مانند ممنوعیت سازش، تشکیل کارتل و منع سوء استفاده از وضعیت اقتصادی مسلط در بخش دوم بررسی شده‌اند.

خضری و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان شناسایی زمینه‌های فساد اقتصادی در مناقصه‌های دولتی با استفاده از روش دلفی و طی دو مرحله از خبرگان صحت عوامل اصلی و فرعی زمینه‌های

^۱ Ferwerda

^۲ Fazekas

فساد استخراج شده از ادبیات نظری را جویا شدند. سپس با روش AHP و TOPSIS عوامل را رتبه‌بندی کردند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که ضعف سازوکارهای نظارتی مهم‌ترین عامل ایجاد فساد در مناقصات است.

خالقی و فضل‌ی (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با عنوان کاستی‌های تقنینی در کاهش فساد در معاملات دولتی در پرتو رهنمودهای OECD اشاره به این مطلب دارد که قوانین کنونی در زمینه مبارزه با فساد در معاملات دولتی روزآمد و کارا نیستند و از کاستی‌هایی برخوردار هستند که امکان تحقق فساد در آن‌ها را میسر کرده است. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی طی سال‌ها بررسی رهنمودهایی در این حوزه ارائه کرده است که می‌تواند در راستای اصلاحات تقنینی در کشورمان مفید باشد. در این مقاله در مراحل پنج‌گانه معاملات دولتی، کاستی‌ها بیان شده‌اند و پیشنهاد تدوین یک قانون جامع کیفری در این حوزه پیشنهاد شده است.

علائی و ستاک (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان تعیین برندگان مناقصه ترکیبی با الگوریتم ژنتیک و روش تجزیه دنتزیگ-ولف، روشی برای حل دقیق حالت خاصی از مسئله تعیین برندگان در مناقصات ترکیبی ارائه داده‌اند. نتایج محاسباتی به‌دست آمده از روش‌های به‌کار رفته در این پژوهش علاوه بر تعیین بهینگی یا عدم بهینگی جواب‌های حاصل قادر به بهبود جواب‌های غیر بهینه تا رسیدن به جواب بهینه است و زمان اجرای کوتاه‌تری نسبت به روش‌های پیشین دارد.

سلیمیان و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان نحوه حذف تبانی در مناقصه‌ها و مزایده‌ها با استفاده از نظریه بازی‌ها (تعیین قیمت‌های سقف و کف) با اشاره به اینکه قانون برگزاری مناقصات خلأها و ایرادات اساسی دارد بیان داشته است این خلأهای قانونی زمینه بروز فساد و تبانی را ایجاد کرده‌اند. همچنین این مقاله سعی دارد که با ارائه روشی برای حذف تبانی با طراحی یک بازی ایستا ارائه دهد و آن را با استفاده از نظریه بازی‌ها به‌منظور دستیابی به نقاط تعادلی نش حل کند و توصیه کرده است که طبق نتایج این پژوهش تبانی را با تعیین قیمت‌های سقف و کف خنثی کند.

حسینی و پورفخریان (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان بررسی راهکارهای مبارزه با فساد در مناقصات دولتی تلاش کرده‌اند راه‌های مبارزه با فساد مالی در مناقصات دولتی، راهکارهای مبارزه با فساد و اثربخشی این راهکارها را بررسی کنند.

رضایی و یآوری (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان اصل شفافیت در مناقصات دولتی ایران در پرتو مقررات سازمان جهانی تجارت و اتحادیه اروپا به اهمیت شفافیت در حوزه مناقصات اشاره کرده‌اند و آن را از دلایل مهم قانون‌گذاری در این حوزه دانسته‌اند. ولی اعتقاد دارند که با این حال پس از گذشت سال‌ها از تصویب قوانین مربوط به مناقصه، مناقصات ایران از حیث اصل شفافیت دارای

ضعف‌هایی است. این مقاله ضعف‌هایی مانند عدم وجود معیار روشن برای کثیرالانتشار بودن روزنامه را بیان کرده و برای هر کدام راه‌حل‌هایی ارائه کرده‌اند.

آزادی (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان پیش‌گیری وضعی از مداخله گروه‌های سازمان‌یافته در فساد معاملات دولتی اشاره به این مطلب کرده است که تبانی در معاملات دولتی به‌عنوان یکی از جرایم اقتصادی است که با انجام آن سودهای کلانی در عین ضرر به اقتصاد کشور برای یک‌سری افراد در بر دارد. یکی از مراحل پیش‌گیری شناخت این جرم است. همچنین اعتقاد دارد که مرحله شناسایی نوع وقوع تبانی در معاملات دولتی عاملی است که خود باعث می‌شود در عین شناسایی این جرم راهکارهای پیش‌گیرانه‌ای نیز درباره آن‌ها ارائه شود.

ولاسکو^۱ و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان سیستمی پشتیبان برای کشف تخلف در تأمین و تدارکات عمومی با جمع‌آوری حجم عظیمی از داده از منابع مختلف و ترکیب آن‌ها با هم، آن‌ها را به یک دریاچه داده تبدیل کرده‌اند و سپس با اعمال الگوریتم‌های مختلف داده‌کاوی روی این داده‌ها در نهایت به الگوهای ریسک تبانی، الگوهای ریسک در سطح شرکت و در سطح فرد رسیده‌اند.

کارنیرو^۲ و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان تحلیل شبکه‌ای برای کشف تخلف در تأمین عمومی کشور پرتغال به این نکته اشاره کردند که با پیشرفت تکنولوژی تخلفات شکل‌های پیچیده‌تری به‌خود می‌گیرند و به همین منظور سیستمی برای تسهیل تشخیص تخلف در این حوزه معرفی کرده‌اند که بر پایه سه قسمت است. قسمت اول ناظر به داده‌ها و دوم ناظر به یک موتور قاعده (rule engine) و سوم ناظر بر یک رابط کاربری است. لازم به ذکر است در این پژوهش از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و پایگاه‌های داده مبتنی بر گراف استفاده شده است.

تورس برو^۳ و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان داده‌کاوی به‌منظور شناسایی و جلوگیری از فساد در قراردادهای مرور سیستماتیک از کشورهای مختلف مقالاتی را جمع‌آوری کرده‌اند و با اعمال مرور سیستماتیک روی این مقالات آن‌ها را بررسی کرده و به مواردی مانند پراکندگی جغرافیایی پژوهش‌ها و ژورنال‌های این موضوع و موارد دیگر اشاره کرده‌اند.

حسین‌زاده عربی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان مطالعه تطبیقی روش‌های برگزاری مناقصات در «قانون برگزاری مناقصات» ایران و «قانون نمونه تدارکات دولتی ۲۰۱۱» آنسیترال به این مهم اشاره داشته‌اند که نتایج کسب شده از مطالعه قانون نمونه تدارکات عمومی آنسیترال و مقایسه تطبیقی آن با قانون برگزاری مناقصات ایران مؤید این نکته است که روش برگزاری

¹ Velasco

² Carneiro

³ Torres Berrú

مناقصات در ایران دون پویایی، انسجام و سرعت عمل در اجرا است. همچنین عقیده دارند که یکی از دلایل اصلی این امر عدم تطابق سازوکار-های تعیین شده با پیشرفت‌ها در زمینه دیجیتال و ارتباطات است که نیاز به بازنگری را ایجاد کرده است.

پرچی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان مقایسه تطبیقی معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های ارزیابی پیمانکاران در مناقصات صنعت آب با استفاده از ابزار پرسشنامه و متن کاوی هدف خود را پیشنهاد روشی جدید برای اختصاصی کردن معیارهای ارزیابی، با توجه به نوع پروژه و آگذاری شده و اولویت‌بندی و تعیین امتیاز پیشنهادی معیارهای ارزیابی و پیمانکاران با استفاده از دو روش تحلیل آماری روی پرسشنامه‌ها و روش دوم شامل متن کاوی مصاحبه‌ها اعلام کرده‌اند. همچنین نتیجه حاکی از هم‌سویی نتایج دو روش است که نشان‌دهنده دقت و قابلیت تعمیم پذیرفته شده معیارهای شناسایی شده هستند. معیارهای شناسایی شده علاوه بر معیارهایی که در آیین‌نامه برگزاری مناقصات است دو معیار جدید با عنوان مدیریت دعاوی و بهداشت، ایمنی و محیط زیست و کنترل کیفیت را نیز شامل شده است

مدروسان^۱ و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان مروری بر تکنیک‌های کشف تخلف تأمین عمومی قدرت گرفته از تکنولوژی‌های نوظهور به این نکته اشاره داشته‌اند که با پیشرفت تکنولوژی و دیجیتالی شدن فرایندهای تأمین عمومی، پیشرفت‌های زیادی در حوزه کشف تقلب انجام شده در داده‌های جمع‌آوری شده در این حوزه هر روز بیشتر شده است؛ این مطلب باعث شده است که الگوریتم‌های مختلفی روی این داده‌ها اعمال شود که یکی از نقاط تمرکز این مقاله است. همچنین ابزارها و تکنولوژی‌های استفاده شده مانند پایگاه‌های داده مبتنی بر گراف در این مقاله مرور شده‌اند و سعی در بیان اهداف، چالش و خلاصه‌ای از یافته‌های مقالات این حوزه نیز داشته‌اند.

گالگو^۲ و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان پیش‌گیری به‌جای تنبیه، یک مدل هشدار اولیه از تخلف در تأمین و تدارکات عمومی اعتقاد داشته‌اند که با استفاده از منابع داده‌های مختلف و اطلاعات در دسترس در کشور کلمبیا می‌توان فساد در تأمین و تدارکات عمومی را پیش‌بینی کرد. در این مقاله به قول‌ها و چالش‌های استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین در پیش‌بینی موارد مختلف توجه شده است. همچنین بر این اساس مدلی طراحی کرده‌اند که پیش‌بینی این موارد را انجام داده و موارد استفاده برای متخصصان مشخص شده است.

تورس برو^۳ و باتیستا^۴ (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان داده‌کاوی به‌منظور شناسایی ناهنجاری در

¹ Modrušan

² Gallego

³ Torres-Berru

⁴ Batista

پارامترهای رتبه‌بندی تأمین و تدارکات عمومی برای بررسی فاکتورهای پارامترهای انتخاب پیمانکاران به‌منظور جلوگیری از طرفداری (favoritism) مدلی ارائه کرده‌اند. در نتیجه بیشتر به بحث اعطای قرارداد و نحوه انتخاب برنده مناقصه توجه شده است. در این پژوهش از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده شده است.

وطن فدا کهریز و امامی قشلاق (۱۴۰۱) در مقاله‌ای با عنوان چالش‌ها، ابهامات و اجمالات قوانین مناقصه و مزایده سعی کرده‌اند که با روش توصیفی-تحلیلی و با بررسی قانون مناقصات، مزایده‌ها، مقررات و بندهای مربوطه و تبیین نظرات بیان شده ماهیت حقوقی و تضمین تشریفات مناقصه و مزایده تبیین شود و با بررسی خلأهای موجود در نظام حقوقی کشور راهکارهای مؤثری در زمینه پیش‌گیری و مبارزه با فساد و تبانی در اجرای آن‌ها ارائه کنند.

دکارولیس^۱ و جیورگیانتونو^۲ (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان نشانه‌های فساد در تأمین و تدارکات عمومی، شواهد جدید از اعلام مناقصات کشور ایتالیا کمک شایانی به تحلیل نشانگرهای کمی برای شناسایی موارد فساد در تأمین عمومی کرده‌اند. این مقاله برای ارزیابی ریسک فساد در مناقصات عمومی از ابزارهای استاندارد یادگیری ماشین استفاده کرده است. این رویکرد برای قراردادهای جاده‌ای در ایتالیا اجرا شده است و در سه محور کار خود را ارائه می‌کند. این سه محور عبارتند از: مشخص‌سازی نشانگرها، مطالعه اثربخشی آن‌ها و کمی‌سازی افزایش قابلیت تشخیص فساد.

نای^۳ و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان کشف تخلف در تأمین و تدارکات عمومی و تکنیک‌های هوش مصنوعی: مرور ادبیات ابتدا به این نکته اشاره کرده‌اند که با افزایش دیجیتالی شدن توجه بیشتری به داده‌های مربوط به فرایندهای کسب‌وکارها، تأمین و تخلف شده و روش‌های متعددی برای استخراج داده از این فرایندها ارائه شده است. در میان آن‌ها توسعه مدل‌های مربوط به کشف تخلف در تأمین عمومی توجه ویژه‌ای را به‌خود جلب کرده و روش‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشین، الگوریتم‌های عصبی، پردازش زبان طبیعی و روش‌های مربوط به شبکه روی داده‌های این بخش اعمال شده است. این پژوهش مروری بر پژوهش‌های اخیر است که با روش‌های یاد شده در حوزه کشف تقلب در تأمین عمومی انجام شده و درنهایت خلاصه‌ای از چالش‌های این حوزه ارائه داده است.

لیرا^۴ (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان کشف تخلف در تأمین عمومی: مروری با استفاده از تحلیل

1 Decarolis

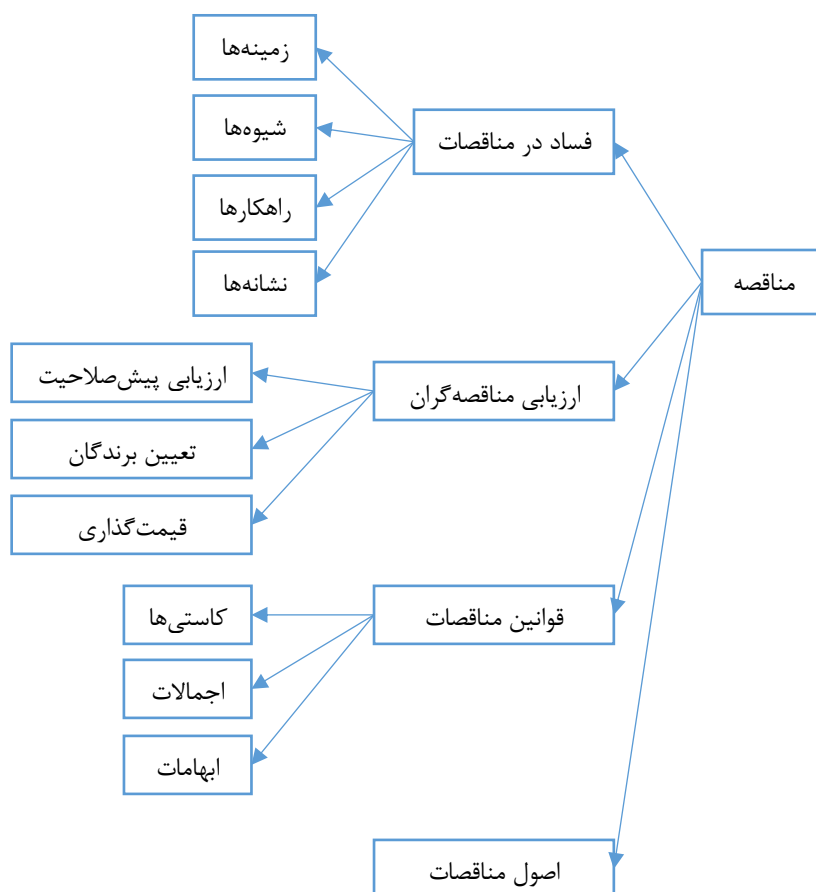
2 Giorgiantonio

3 Nai

4 Lyra

شبکه‌ای با جمع‌آوری مقالاتی که در این حوزه هستند سعی در انجام مرور این موارد داشته و بازه‌ای ده‌ساله را برای بررسی آثار در نظر گرفته‌اند و برای این کار تحلیل شبکه‌ای کمک کرده است.

با مرور پیشینه پژوهش مشاهده می‌شود بخش شایان توجهی از پژوهش‌ها در موضوع مناقصات به ارزیابی صلاحیت پیمانکاران و رتبه‌بندی پیمانکاران توجه کرده است. بخش دیگری از پژوهش‌ها به آسیب‌شناسی فرایند برگزاری مناقصه و خلأهای قانونی و ابهامات و اشکالات حقوقی توجه کرده است، اما بخش سوم پژوهش‌ها که ارتباط بیشتری با پژوهش حاضر دارد موضوع کشف تقلب و تخلف در مناقصه را بررسی کرده است. این دسته سوم صرفاً در مقالات خارجی یافت شد و مقاله‌های علمی که به‌صورت روش‌مند به موضوع کشف فساد در مناقصات توجه کند در نشریات داخلی یافت نشد. هرچند در مقالات انگلیسی نیز از روش‌های تصمیم‌گیری و حداکثر داده‌کاوی برای کشف فساد در مناقصات استفاده شده است، اما در مقاله حاضر از رویکرد هوش مصنوعی به‌ویژه روش‌شناسی سیستم‌های خبره استفاده شده است و از این‌رو تمایز مقاله حاضر با پژوهش‌های قبلی بارز است. به‌عبارت دیگر، جنبه نوآوری اصلی این مقاله استفاده از رویکرد سیستم‌های خبره فازی است که به عملیاتی شدن سیستم منجر خواهد شد. مقاله هم جنبه نظری داشته و قواعد و قوانین مربوط به سلامت مناقصات را احصاء می‌کند و هم جنبه کاربردی و عملیاتی داشته و می‌توان با استفاده از سیستم خبره طراحی شده در عمل دستگاه‌های نظارتی را در انجام وظایف مربوطه یاری رساند. با توجه به جستجوهای انجام شده می‌توان دسته‌بندی پژوهش‌های پیشین را در قالب شکل زیر ارائه داد.



شکل ۱: تقسیم‌بندی پیشینه پژوهش‌های انجام شده با موضوع مناقصات (مؤلفان)

تفاوت مقاله حاضر با پژوهش‌های فوق، استفاده از روش‌شناسی سیستم‌های خبره با منطق فازی است. همچنین در ادبیات پژوهش مقالاتی که در حوزه فساد در مناقصات و معاملات دولتی تألیف شده‌اند عمدتاً نشانگرهای کشف فساد را تبیین کرده‌اند و به تولید دانش کشف فساد توجه نشده است که همان قواعد اگر و آنگاه است که در پایگاه دانش سیستم خبره این مقاله وجود دارند. تفاوت دیگر پژوهش حاضر با مقالات فوق جنبه کاربردی بودن و طراحی یک سیستم عملیاتی است که با دریافت اطلاعات یک مناقصه میزان ریسک فساد را تعیین می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از حیث فلسفه پژوهش در پارادایم تفسیری قرار دارد و مبتنی بر قضاوت خبرگان به طراحی سیستم توجه می‌کند. رویکرد پژوهش استقرایی و جزء به کل است. راهبرد پژوهش پیمایش و همچنین پژوهش آرشیوی است. روش تحلیل رویکرد سیستم خبره است که از قواعد فازی استفاده کرده است. در این پژوهش رویکرد اکتشافی داشته و به دنبال طراحی سیستم جدید است. ابزار جمع‌آوری داده، مصاحبه و بررسی اسناد و مدارک و روش تحلیل داده‌ها نیز روش‌شناسی سیستم‌های خبره است. در این مقاله ابتدا با مرور مبانی نظری پژوهش هم در مقالات و کتب داخلی و هم در منابع خارجی سعی شد شناخت کاملی از موضوع فساد در مناقصات حاصل شود. در ادامه مبتنی بر مبانی نظری و همچنین مرور قوانین مربوط به برگزاری مناقصات شاخص‌ها و نشانگرهای بروز فساد در معاملات دولتی و مناقصات احصاء شد. در ادامه برای تعیین قواعد منطقی شناسایی فساد در مناقصات و تبیین ارتباط بین شاخص‌ها از نظرات خبرگان این عرصه و همچنین مواد قانونی مندرج در قوانین بالادستی استفاده شد. در این مرحله به ۳۰ عدد قاعده منطقی برای شناسایی درجه سلامت معاملات دولتی و مناقصات رسیده شد. با ورود این قواعد به نرم‌افزار سیستم خبره مربوطه طراحی شد. برای رسیدن به اعتبار بالاتر سیستم خبره طراحی شده از قواعد فازی استفاده شد. چراکه این قبیل قواعد به واقعیت نظرات خبرگان نزدیک‌تر هستند. مراحل اجرای پژوهش در شکل شماره ۲ دیده می‌شود.



شکل ۲: مراحل انجام پژوهش

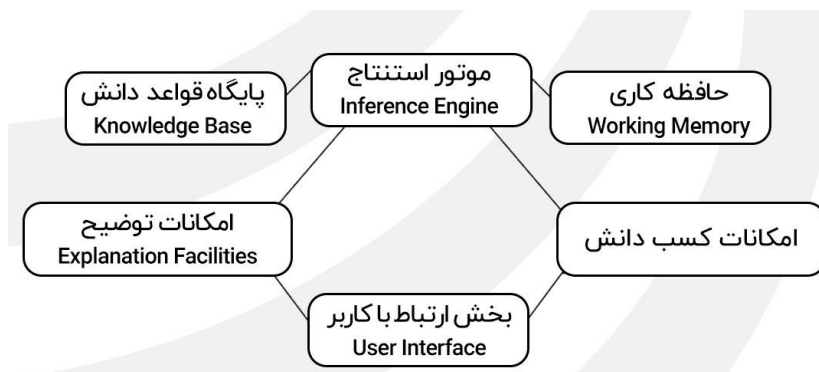
یافته‌ها

سیستم خبره

هوش مصنوعی شامل چندین زیرمجموعه است. زیرمجموعه سیستم‌های خبره از موفق‌ترین راه‌حل‌های تقریبی برای مسائل کلاسیک هوش مصنوعی است.

پروفسور فیگن‌بام از دانشگاه استنفورد، سیستم‌های خبره را این‌گونه تعریف کرده است: «یک برنامه کامپیوتری هوشمند که از دانش و روش‌های استنتاج برای حل مسائلی استفاده می‌کند که به دلیل مشکل بودن، نیاز به تجربه و مهارت انسان دارند.» بنابراین، می‌توان گفت سیستم خبره یک سیستم کامپیوتری است که از قابلیت تصمیم‌گیری افراد خبره تقلید می‌کند (غضنفری و کاظمی، ۱۳۹۳).

سیستم خبره از شش جزء اصلی تشکیل شده است که در شکل شماره ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: اجزای سیستم خبره

پایگاه دانش: در سیستم خبره نقش پایگاه دانش مانند نقش حافظه بلندمدت در فرد خبره است. در واقع پایگاه دانش بخشی از سیستم خبره است که شامل دانش محیط کاربرد (حقایق، قوانین، مفاهیم و روابط) می‌شود.

حافظه کاری: حافظه کاری شامل حقایقی است که در طول اجرا درباره یک مسأله به دست آمده است. در واقع حافظه‌ای برای ذخیره پاسخ سؤال‌های مربوط به سیستم است. سیستم خبره اطلاعات به دست آمده در طی اجرا را با قوانینی تطبیق می‌دهد که در حافظه کاری ذخیره می‌شود تا حقایق جدید استنتاج شده و آن‌ها را حافظه کاری قرار دهد.

موتور استنتاج: موتور استنتاج، پردازنده دانش است که مدلی از روش استنتاج فرد خواهد بود. حقایق موجود در حافظه کاری را با دانش محیط کاربرد موجود در پایگاه دانش تطبیق می‌دهد تا درباره

مسئله به نتیجه برسد.

تسهیلات توضیح: در سیستم خبره می‌توان ماژولی قرار داد که وظیفه‌اش توضیح روند استدلال است. با این ماژول، سیستم خبره می‌تواند برای کاربر توضیح دهد که چرا چنین سؤالی از کاربر کرده است و چگونه به نتیجه نهایی رسیده است.

امکانات کسب دانش: راهکارهایی برای اضافه کردن دانش به سیستم وجود دارد. دانش جدید به موتور استنتاج می‌رود و روی آن پالایشی انجام می‌شود و سپس در پایگاه دانش قرار می‌گیرد. رابط کاربری: بخشی است که به‌طور مستقیم با کاربر در ارتباط است. به‌عبارت دیگر بخشی از سیستم استدلال در انسان که مدل‌سازی می‌شود (ایرمانش و دیگران، ۱۳۹۲).

سیستم خبره فازی

روش‌شناسی این پژوهش سیستم خبره از نوع فازی است. استفاده از سیستم خبره فازی نسبت به سیستم خبره قطعی مزیت‌های بسیار زیادی دارد به‌ویژه در حوزه‌های علوم انسانی که مرز بین متغیرهای شفاف و قطعی مشخص نیست. اکنون با یک مثال در موضوع مدیریت ایمنی، سلامت و محیط زیست (HSE) این مزیت را تبیین می‌کنیم.

فرض کنید چهار قاعده بدین شرح وجود دارد:

اگر «امتیاز فرهنگ ایمنی» زیر ۵۰ باشد و «اقدامات نایمن» بالای ۵۰ باشد سازمان دارای «انحراف زیاد» از وضعیت قابل قبول HSE تشخیص داده می‌شود.

اگر «امتیاز فرهنگ ایمنی» زیر ۵۰ باشد و «اقدامات نایمن» زیر ۵۰ باشد سازمان دارای «انحراف متوسط» از وضعیت قابل قبول HSE تشخیص داده می‌شود.

اگر «امتیاز فرهنگ ایمنی» بالای ۵۰ باشد و «اقدامات نایمن» بالای ۵۰ باشد سازمان دارای «انحراف کم» از وضعیت قابل قبول HSE تشخیص داده می‌شود.

اگر «امتیاز فرهنگ ایمنی» بالای ۵۰ باشد و «اقدامات نایمن» زیر ۵۰ باشد سازمان دارای وضعیت «قابل قبول» در HSE تشخیص داده می‌شود.

حال فرض کنید در ارزیابی دو سازمان با استفاده از سیستم خبره فوق با داده‌های زیر مواجه شویم:

سازمان ۱: امتیاز فرهنگ ایمنی = ۵۱ و اقدامات نایمن = ۴۹

سازمان ۲: امتیاز فرهنگ ایمنی = ۴۹ و اقدامات نایمن = ۵۱

واضح است که دو حالت فوق به یکدیگر خیلی نزدیک هستند، اما براساس قواعدی که نوشته شد حالت اول «قابل قبول» واقع شده و حالت دوم دارای «انحراف زیاد» خواهد بود. بنابراین، در این مثال استفاده عملی منطق صفر و یک (بولین) مفید نخواهد بود و از این‌رو از قواعد فازی استفاده می‌شود. قواعد فازی مرزهای شفاف بین متغیرها را کم‌رنگ‌تر می‌کند و اجازه هم‌پوشانی متغیرها

را می‌دهد و از این رو به سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی‌ای نزدیکتر است که حالت تفکیک صفر و یکی متغیرها کمتر وجود دارد. سیستم خبره فازی مشکلی که در ارزیابی درجه ایمنی و سلامت دو سازمان فوق به وجود آمده بود را حذف کرده و خروجی‌های معناداری را فراهم می‌کند. در این مقاله نیز ما از روش‌شناسی سیستم خبره فازی برای تحلیل انحرافات از مناقصات استفاده کردیم که نسبت به حالت قطعی و صفر و یک مزیت زیادی دارد (Azadeh et al., 2008).

سیستم طراحی شده برای سنجش درجه سلامت مناقصات

این بخش یافته‌های اصلی پژوهش را شامل می‌شود که همان سیستم خبره فازی سنجش ریسک فساد در مناقصات است. برای ساخت سیستم از جعبه ابزار منطق فازی در نرم‌افزار متلب استفاده شد. از دو طریق می‌توان در نرم‌افزار متلب سیستم خبره فازی را طراحی کرد هم از طریق واسط گرافیکی که خود نرم‌افزار تهیه کرده است و در قالبی آماده در اختیار کاربران قرار داده است و هم از طریق کدنویسی و استفاده از خط فرمان نرم‌افزار که در این حالت نیاز به برنامه‌نویسی دارد. در مواقعی که تعداد قواعد و حالات ممکنه هر قاعده زیاد است لازم است از روش دوم استفاده شود ولی در حالتی که تعداد قواعد و حالات مختلف آن‌ها زیاد نیست و امکان ورود تک‌تک قاعده‌ها و حالات آن‌ها وجود دارد می‌توان از واسط گرافیکی استفاده کرد. در این مقاله ما با استفاده از واسط گرافیکی اقدام به طراحی سیستم خبره فازی کردیم که در این حالت ساخت سیستم خبره ساده‌تر و قابل فهم‌تر است.

پنج ابزار مهم برای ساخت سیستم خبره فازی در واسط گرافیکی متلب تهیه شده است که برای ساختن، دیدن و ویرایش سیستم از آن‌ها استفاده می‌شود که عبارتند از:

- ۱- ویرایشگر سیستم استنتاج فازی^۱
- ۲- ویرایشگر تابع عضویت^۲
- ۳- ویرایشگر قوانین^۳
- ۴- نمایشگر قوانین^۴
- ۵- نمایشگر سطح^۵ (ایرانمنش و دیگران، ۱۳۹۲)

^۱ - Fuzzy Inference System (FIS) Editor

^۲ - Membership Function Editor

^۳ - Rule Editor

^۴ - Rule Viewer

^۵ - Surface Viewer

این واسطه‌های گرافیکی به‌صورت پویا به‌هم متصل شده‌اند و تغییر در یک بخش تغییر مناسب را در سایر بخش‌ها می‌گذارد.

قواعد سیستم خبره

از منابع بررسی شده، قواعد زیر استخراج شده است. این ۲۰ قاعده براساس پژوهش‌های قبلی و همچنین نظرات خبرگان عرصه برگزاری مناقصه احصاء شده است و ورودی‌های اصلی سیستم خبره فازی طراحی شده خواهند بود. این قواعد در پایگاه دانش سیستم خبره قرار می‌گیرند و استنباط‌های بعدی سیستم براساس این قواعد انجام می‌شود قواعد احصاء شده بدین شرح هستند:

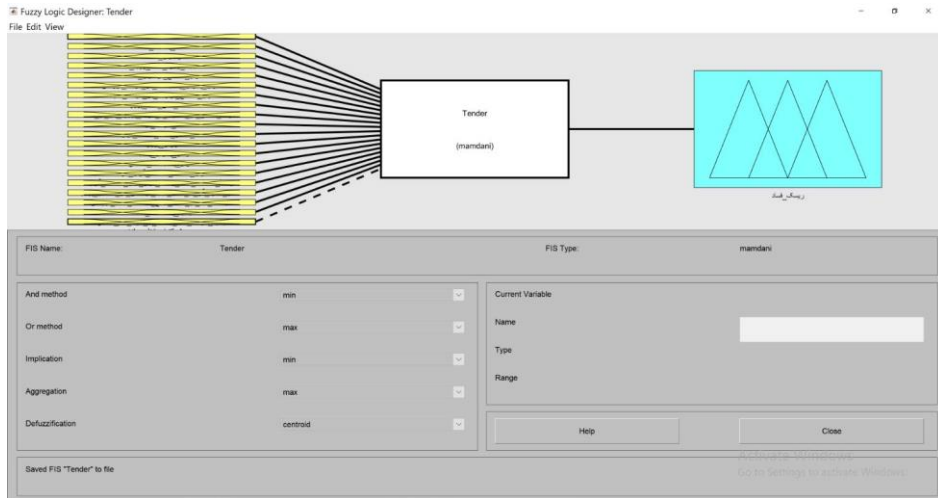
۱. اگر تنها یک پیشنهاددهنده وجود داشته باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۲. اگر فراخوان مناقصه در مجله رسمی منتشر نشده باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۳. اگر اسناد رویه‌ها وجود نداشته باشند یا خطا داشته باشد ریسک فساد وجود دارد.
۴. اگر فراخوان مناقصه اصلاح شده باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۵. اگر در مرحله ارزیابی تمامی پیشنهادات به غیر از یک پیشنهاد کنار گذاشته شود آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۶. اگر در مرحله تحویل، قرارداد اصلاح شده باشد، آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۷. اگر پوشش رسانه‌ای منفی درباره پروژه در دست مناقصه (مانند اجرا نشدن) وجود داشته باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۸. اگر تغییرات اساسی در محدوده یا هزینه‌های پروژه پس از اعطا وجود داشته باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۹. اگر شرکت برنده مناقصه ثبت نشده باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۰. اگر اعطای قرارداد و اسناد توجیهی انتخاب برنده به‌صورت عمومی در دسترس نباشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۱. اگر ارزش پروژه در دست مناقصه به‌طور استثنائی و غیر معمول بزرگ باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۲. اگر پیشنهادی پس از مهلت پذیرش پیشنهادات پذیرفته شود، آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۳. اگر پیشنهادهای تصنعی (مانند پیشنهادهای شرکت‌هایی که وجود ندارند) وجود داشته باشد، آنگاه ریسک فساد وجود دارد.

۱۴. اگر شکایتی (رسمی یا غیر رسمی) از طرف مناقصه‌گران غیر برنده وجود داشته باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۵. اگر ارتباطی میان مناقصه‌گران وجود داشته باشد که رقابت مؤثر را تضعیف کند آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۶. اگر عناصری در شرح و ساختار پروژه وجود دارد که به تأمین‌کننده ترجیحی اشاره کند آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۷. اگر شواهدی دال بر تضاد منافع اعضای کمیته ارزیابی وجود داشته باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۸. اگر پیشنهادها شبیه به هم وجود داشته باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۱۹. اگر شرکت وابسته به یک یا چند فرد مهم سیاسی در مناقصه شرکت داشته باشد آنگاه ریسک فساد وجود دارد.
۲۰. اگر در مناقصه شرکت‌هایی وجود داشته باشند که همیشه یا اغلب بازنده‌اند آنگاه ریسک فساد وجود دارد.

۵-۲) طراحی سیستم خبره فازی در نرم‌افزار متلب

در این بخش ورود قواعد فازی در نرم‌افزار متلب و طراحی سیستم خبره فازی ارائه می‌شود. این سیستم قابلیت تحلیل انواع مناقصات را خواهد داشت و حتی می‌توان با تغییر قواعد و افزایش آن‌ها سیستم را بهبود داد. مزیت دیگر این سیستم فازی‌سازی قواعد است به عبارت دیگر، ۲۰ قاعده مذکور در بخش قبل که بخشی از یافته‌های این پژوهش است با منطق فازی تحلیل شده و تبدیل به قواعد فازی استفاده شده در سیستم خبره می‌شود. در ادامه سایر اجزای سیستم خبره فازی مبتنی بر نرم‌افزار متلب طراحی شد. این سیستم خبره فازی قادر است مبتنی بر پایگاه دانش خود اطلاعات مناقصات را گرفته و درجه ریسک فساد آن‌ها را تشخیص دهد.

در ابتدا به تعداد قواعد فازی یک متغیر تعریف شد و متغیر خروجی نیز میزان درجه انحراف از سلامت مناقصات یا به عبارت دیگر ریسک فساد در مناقصات است. بنابراین، کلیه متغیرهای سیستم خبره فازی به شرح شکل زیر است که در نرم‌افزار متلب پیاده‌سازی شده است:

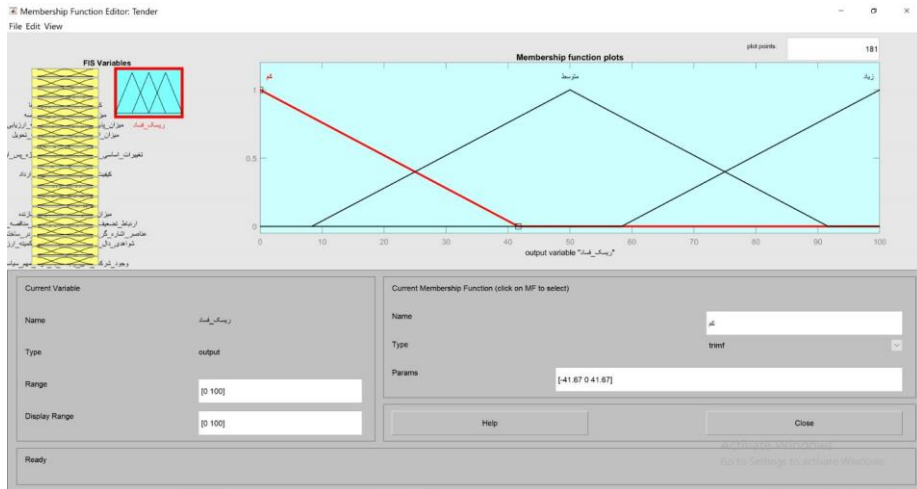


شکل شماره ۴: سیستم خبره فازی شناسایی سلامت مناقصات
 مثلاً، اولین قاعده ناظر به تعداد شرکت‌کنندگان در مناقصه است که اگر این تعداد فقط یک شرکت‌کننده باشد درجه ریسک فساد را بالا می‌برد. این قاعده به شرح زیر نشان داده شده است:



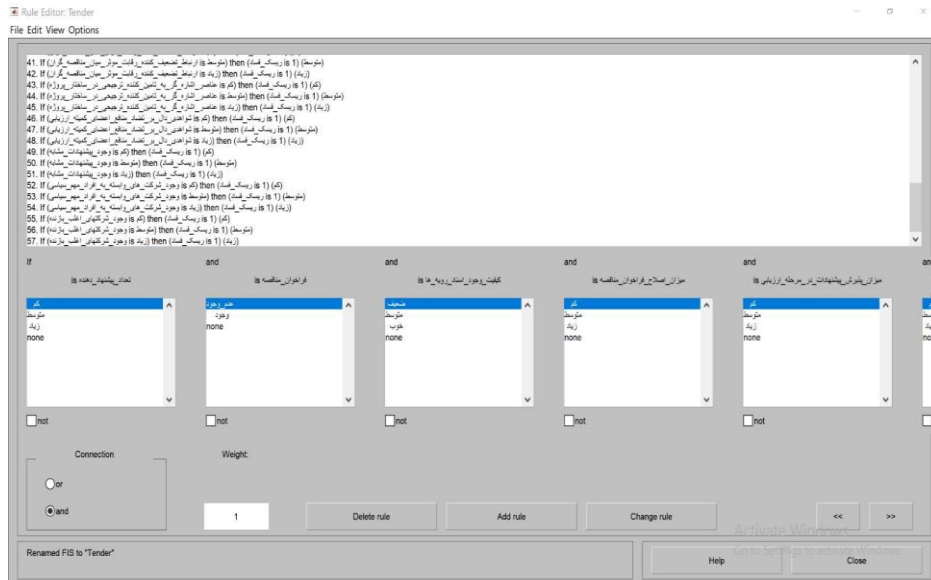
شکل ۵: ورود اولین قاعده در نرم‌افزار

خروجی اصلی نرم‌افزار متغیر ریسک فساد است که هرچه پایین‌تر باشد درجه سلامت مناقصات بالاتر و هرچه بیشتر باشد درجه فساد در مناقصه بالاتر است. این متغیر به شکل زیر است:



شکل ۶: خروجی سیستم خبره فازی سلامت مناقصات

پس از تعریف قواعد به عنوان متغیر هر قاعده به صورت اگر - آنگاه وارد نرم افزار شد که به شرح زیر مشخص شده است:



شکل ۷: ورود قواعد فازی به نرم افزار متلب

ورود اطلاعات مناقصه که شامل سطوح مختلف هر متغیر ورودی است به شرح شکل زیر است. نرم افزار متلب براساس داده‌ها استنباط لازم را انجام داده و خروجی آن درجه ریسک فساد در

فرصت‌های شرکت در مناقصه را محدود کنند یا با اعمال شروط نامناسبی برای تعیین صلاحیت از پیمانکاران احتمالی سلب صلاحیت کنند (رضایی و یآوری، ۱۳۹۹). بروز انحراف از رویه صحیح و قانونی برگزاری مناقصات هم می‌تواند جنبه فساد مالی داشته باشد و هم گاهی اوقات جنبه عدم برقراری شرایط و ظواهر قانونی ضامن صحت مناقصه را دارد. این پژوهش ناظر بر موضوع فساد در مناقصات است و برخی مشکلات قراردادی که به ابطال قراردادهای پیمانکاری یا مناقصات منجر می‌شود را شامل نمی‌شود. به عبارت دیگر، موضوع این پژوهش صحت یا ابطال مناقصات نبوده، بلکه هدف انحراف از قوانین برگزاری مناقصات و بروز فساد در این قبیل از معاملات دولتی است. بنابراین، بررسی شرایط لازم برای صحت مناقصات و معاملات دولتی در این پژوهش موضوعیت ندارد. کلیه معاملات دولتی شرایط عمومی و شرایط اختصاصی دارند که شرط لازم صحت قرارداد برقراری این شرایط است. شرایط عمومی هم‌چون قصد و رضای دو طرف، اهلیت دو طرف، موضوع معین که در دست معامله باشد و مشروعیت برای معامله لازم است برقرار باشد. هم‌چنین شرایط اختصاصی انعقاد معاملات دولتی هم‌چون صلاحیت، لزوم تأمین اعتبار و سایر مجوزهای مالی و اداری نیز لازم است برقرار باشد.

در این مقاله ابتدا با مرور مبانی نظری پژوهش و پیشینه پژوهش موضوع انحراف و فساد در مناقصه واکاوی شده و قواعد منطقی احصا شد که حاکی از بروز فساد در مناقصه است. در ادامه با استفاده از نظرات خبرگان این قواعد سطح‌بندی شده و ارتباط آن‌ها نیز مشخص شد. سپس این قواعد وارد نرم‌افزار متلب شدند و با استفاده از جعبه‌ابزار سیستم استنباط فازی یک سیستم خبره فازی طراحی شد که کار آن سنجش درجه صحت مناقصات است و از این به بعد با استفاده از این سیستم می‌توان اطلاعات مناقصات جدید را دریافت کرد و خروجی آن درجه صحت و سلامت مناقصات خواهد بود. این اندازه‌گیری می‌تواند رهنمودهایی خوبی برای دستگاه‌های نظارتی و حتی کارفرمایان و دستگاه‌های دولتی داشته باشد که مناقصه‌گذاران اصلی هستند و به پیش‌گیری از بروز فساد اقتصادی در مناقصات دولتی منجر خواهد شد که حجم زیادی از گردش مالی را به خود اختصاص می‌دهد. نوآوری این پژوهش استفاده از رویکرد هوش مصنوعی و منطق فازی است. در این مقاله هم به جنبه نظری موضوع مناقصات توجه شد و هم تلاش شد به صورت عملیاتی سیستمی به منظور کاربرد در دستگاه‌های نظارتی برای سنجش درجه سلامت مناقصات طراحی شود.

یافته اصلی این پژوهش سیستم خبره فازی است که شامل ۲۰ قاعده می‌شود. این ۲۰ قاعده نیز که خود حاصل مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان است و پایگاه دانش سیستم را تشکیل می‌دهد در این مقاله ارائه شدند. سیستم طراحی شده قادر است مبتنی بر این قواعد درجه ریسک فساد مناقصات را بسنجد. سایر اجزای سیستم خبره و نحوه کارکرد آن در بخش یافته‌های مقاله تشریح

شده است.

برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود قواعد احصاء شده افزایش پیدا کند. همچنین می‌توان از سایر رویکردهای تحلیلی و استنباط هم‌چون روش‌های تصمیم‌گیری یا داده‌کاوی در سنجش میزان سلامت مناقصات استفاده کرد. امکان ایجاد برنامه‌های کاربردی مستقل از نرم‌افزار متلب هم وجود دارد که قطعاً کمک شایانی به دستگاه‌های نظارتی خواهد کرد. پیشنهاد دیگر برای پژوهش‌های آتی طراحی سیستم مشابه برای انتخاب صحیح مشاوران طرح‌ها است. تأکید اصلی این مقاله بر موضوع مناقصه بود که در راستای انتخاب پیمانکاران استفاده می‌شود که می‌توان در پژوهش‌های آتی برای حوزه مشاوران و اطمینان از صحت و سلامت فرایند انتخاب مشاوران سیستم‌های مجزایی طراحی کرد.

تقدیر و تشکر: نویسندگان از حمایت مالی و معنوی دفتر مطالعات مدیریت مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در تأمین منابع مورد نیاز برای انجام این پژوهش قدردانی می‌نمایند. لازم به ذکر است مسئولیت کامل محتوای این مقاله بر عهده نویسندگان است و دیدگاه‌های ارائه‌شده، لزوماً بازتاب‌دهنده نظرات آن مرکز نمی‌باشد.

مآخذ

- آزادی، امید (۱۳۹۹). پیشگیری وضعی از مداخله گروه‌های سازمان‌یافته در فساد معاملات دولتی. *کارآگاه*، سال ۱۳، شماره ۵۱، ۱۵۱-۱۵۹.
- اسماعیلی‌هریسی، ابراهیم (۱۳۸۷). شرح و تفسیر قانون برگزاری مناقصات. تهران: دادگستر.
- ایرانمنش، سید حسن، پاشاپور، شیما، آستارکی، مونا (۱۳۹۲). سیستم‌های خبره رویکردی کاربردی. تهران: مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.
- بندریان، رضا (۱۳۸۸). آرایه یک مدل دانش‌بنیاد برای قیمت‌گذاری مناقصه‌ای به منظور بهینه‌سازی قیمت پیشنهادی در مناقصات. *پژوهشنامه بازرگانی*، سال ۱۴، شماره ۵۳، ۹۳-۱۳۰.
- پرچمی، جلال مجید، شکیبازاهد، هادی، قادری، محمدامین (۱۴۰۰). مقایسه تطبیقی معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های ارزیابی پیمانکاران در مناقصات صنعت آب با استفاده از ابزار پرسشنامه و متن کاوی. *مهندسی عمران/میرکبیر*، سال ۵۳، شماره ۶، ۲۳۵۲-۲۳۳۵.
- حسین‌زاده عربی، داوود، عباسی، بیژن، خسروی، حسن (۱۴۰۰). مطالعه تطبیقی روش‌های برگزاری مناقصات در «قانون برگزاری مناقصات» ایران و «قانون نمونه تدارکات دولتی ۲۰۱۱» آنسیترال. *پژوهش‌های نوین حقوق اداری*، سال ۳، شماره ۷، ۱۱-۳۸.
- حسینی، لیلا، پورفخریان، پروین (۱۳۹۸). بررسی راهکارهای مبارزه با فساد در مناقصات دولتی. *پژوهش‌های حقوقی*، سال ۱۸، شماره ۴۰، ۴۱۱-۴۴۷.
- خالقی، ابوالفتح، فضلی، مهدی (۱۳۹۷). کاستی‌های تقنینی در کاهش فساد در معاملات دولتی در پرتو رهنمودهای OECD. *پژوهش حقوق کیفری*، سال ۶، شماره ۲۳، ۱۷۱-۲۱۱.
- خضری، محمد، تربتی مقدم، فرهاد، نظری، محمدرضا (۱۳۹۶). شناسایی زمینه‌های فساد اقتصادی در مناقصه‌های دولتی. *اقتصاد تطبیقی*، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، سال ۴، شماره ۲، ۱-۲۴.
- رحمانی، ته‌مین، میرزاده کوهشاهی، نادر (۱۳۹۴). آسیب‌شناسی حقوقی برگزاری مناقصات در ایران. *حقوق اداری*، سال ۲، شماره ۷، ۱۴۵-۱۸۲.
- رزمی، جعفر، حاله، حسن، مشکین فام، سعید (۱۳۸۶). طراحی مدل نوین پشتیبانی تصمیم‌گیری جهت ارزیابی و انتخاب پیمانکاران عمرانی در مناقصه‌ها (در ایران). *دانشکده فنی دانشگاه تهران*، سال ۴۱، شماره ۷، ۸۹۷-۹۰۹.

رضایی، مصطفی، یاوری، اسدالله (۱۳۹۹). اصل شفافیت در مناقصات دولتی ایران در پرتو مقررات سازمان جهانی تجارت و اتحادیه اروپا. *دانشنامه حقوق اقتصادی*، سال ۱۳، شماره ۱۸، ۳۲۴-۲۹۵.

سلمانی، صفورا، روضانی، علی، حقی، نیلوفر، درویش مقدم، صدیف (۱۳۸۴). روشی نوین در ارزیابی پیش‌صلاحیت پیمانکاران. *نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید*، سال ۳، شماره ۴، ۱-۱۶.

سلیمیان، صلاح، شهبازی، کیومرث، فتاحی، شهرام، بادپیما، جلیل (۱۳۹۸). نحوه حذف تبانی در مناقصه‌ها و مزایده‌ها با استفاده از نظریه بازی‌ها (تعیین قیمت‌های سقف و کف). *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال ۲۷، شماره ۹۱، ۱۳۱-۱۵.

صالحی، حمیدرضا، اکبرزاده، معصومه، دهقانی‌دهج، ایمان (۱۳۹۴). جایگاه تشریفات مناقصه و مزایده در تشکیل قراردادهای دولتی. *فصلنامه حقوق اداری*، دوره ۲، شماره ۸، ۹-۳۴.

طالع خرسند، هادی (۱۳۹۶). *قانون برگزاری مناقصات همراه با آیین‌نامه‌های اجرایی با آخرین اصلاحات و الحاقات*. تهران: خرسندی.

طجرلو، رضا، بابایی، زهرا (۱۳۹۶). بررسی اصول ارتقای سلامت در قانون برگزاری مناقصات ایران و سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD). *مطالعات حقوق انرژی*، سال ۳، شماره ۱، ۳۱-۵۵.

علائی، رضا، ستاک، مصطفی (۱۳۹۸). تعیین برندگان در مناقصه ترکیبی با الگوریتم ژنتیک و روش تجزیه دنتزیگ-ولف. *مهندسی صنایع و مدیریت شریف*، سال ۲۷، دوره ۳۵/۱، شماره ۱/۱، ۴۷-۵۶.

غضنفری، مهدی، کاظمی، زهره (۱۳۹۳). *اصول و مبانی سیستم‌های خبره*. تهران: دانشگاه علم و صنعت.

کیانی، حبیب‌الله (۱۳۹۰). *مبانی و اصول حقوق حاکم بر معاملات دولتی در ایران*. تهران: دانشگاه امام صادق (ع).

متنی‌نژاد، صادق (۱۳۸۶). شیوه‌ها و زمینه‌های تبانی در معاملات دولتی. *حقوقی دادگستری*، سال ۷۱، شماره ۶۱، ۴۷-۶۲.

معاونت تدوین، تنقیح و انتشار قوانین و مقررات (۱۳۹۳). مقررات، امور تدوین، تنقیح و انتشار قوانین و مجموعه قانون برگزاری مناقصات و آیین‌نامه‌های اجرایی آن. تهران: معاونت حقوقی ریاست جمهوری.

وطن‌فدا کهریز، محمدرضا، امامی قشلاق، محسن (۱۴۰۱). چالش‌ها، ابهامات و اجملات قوانین مناقصه و مزایده. *نشریه اقتصاد و بانکداری اسلامی*، سال ۳، دوره ۱۱، شماره ۴۰، ۳۳۶-۳۱۷.

- Alai, R., & Setak, M. (2019). Determining tender winners using genetic algorithms and the Dantzig-Wolfe decomposition method. *Sharif Industrial Engineering and Management Journal*, 27(1/35), 47-56. (in Persian)
- Azadeh, A., Nikafrouz, M., Fam, I. M., & Khoshnoud, M. (2008). Design and implementation of a fuzzy expert system for performance assessment of an integrated health, safety, environment (HSE) and ergonomics system: The case of a gas refinery. *Information Sciences*, 178(22), 4280-4300.
- Azadi, O. (2020). Situational prevention of organized group intervention in public procurement corruption transactions. *Kargah*, 13(51), 151-159. (in Persian)
- Bandarian, R. (2009). A knowledge-based model for bid pricing to optimize proposed prices in tenders. *Business Research Journal*, 14(53), 93-130. (in Persian)
- Carneiro, D., Veloso, P., Ventura, A., Palumbo, G., & Costa, J. (2020). Network analysis for fraud detection in Portuguese public procurement. In *23rd International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning, IDEAL 2022: Intelligent Data Engineering and Automated Learning* (pp. 390-401). Springer.
- Decarolis, F., & Giorgiantonio, C. (2022). Corruption red flags in public procurement: New evidence from Italian calls for tenders. *EPJ Data Science*, 5(44), 1-34.
- Deputy for Codification, Revision, and Publication of Laws and Regulations. (2014). Regulations, codification, revision, and publication of laws and the public tender law and its executive regulations. Tehran: Legal Deputy of the Presidency. (in Persian)
- Esmaili-Harisi, E. (2008). Explanation and interpretation of the public tender law. Tehran: Dadgostar. (in Persian)

- Fazekas, M., Tóth, J., & King, L. (2016). An objective corruption risk index using public procurement data. *European Journal on Criminal Policy and Research*, 22(3), 369-397.
- Ferwerda, J., Deleanu, I., & Unger, B. (2016). Corruption in public procurement: Finding the right indicators. *European Journal on Criminal Policy and Research*, 23(2), 245-267.
- Gallego, J., Rivero, G., & Martínez, J. (2021). Preventing rather than punishing: An early warning model of malfeasance in public procurement. *International Journal of Forecasting*, 37(1), 360-377.
- Ghoznfari, M., & Kazemi, Z. (2014). Principles and foundations of expert systems. Tehran: University of Science and Technology. (in Persian)
- Hosinzadeh Arabi, D., Abbasi, B., & Khosravi, H. (2021). Comparative study of tendering methods in Iran's "Public Tender Law" and "UNCITRAL Model Law on Public Procurement 2011". *Modern Administrative Law Studies*, 3(7), 11-38. (in Persian)
- Hosseini, L., & Porfakhrian, P. (2019). Examining methods to combat corruption in public tenders. *Legal Research Journal*, 18(40), 411-447. (in Persian)
- Iranmanesh, S. H., Pashapour, S., & Astarki, M. (2013). Expert systems: An applied approach. Tehran: Institute for International Energy Studies. (in Persian)
- Khaleqi, A., & Fazli, M. (2018). Legislative deficiencies in reducing corruption in public transactions in light of OECD guidelines. *Criminal Law Research Journal*, 6(23), 171-211. (in Persian)
- Khezri, M., Torbati Moghaddam, F., & Nazari, M. R. (2017). Identifying grounds for economic corruption in public tenders. *Comparative Economics Journal*, 4(2), 1-24. (in Persian)
- Kiani, H. (2011). Principles and laws governing public transactions in Iran. Tehran: Imam Sadeq University. (in Persian)
- Lyra, M. S., Pinheiro, F. L., & Bação, F. (2022). Public procurement fraud detection: A review using network analysis. In R. M. Benito, C. Cherifi, H. Cherifi, E. Moro, L. M. Rocha, & M. S. Pardo (Eds.), *Complex Networks & Their Applications X* (pp. 116-129). Springer.
- Modrušan, N., Rabuzin, K., & Mrcic, L. (2021). Review of public procurement fraud detection. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(2), 1-9.
- Motameni Nejad, S. (2007). Methods and grounds of collusion in public transactions. *Judiciary Legal Journal*, 71(61), 47-62. (in Persian)

- Nai, R., Sulis, E., & Meo, R. (2022). Public procurement fraud detection and artificial intelligence techniques: A literature review. *23rd International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management*. Bozen-Bolzano, Italy. Available at <https://iris.unito.it/>
- Parchami, J. M., Shakibzadeh, H., & Ghaderi, M. A. (2021). Comparative analysis of criteria, sub-criteria, and indicators for contractor evaluation in water industry tenders using questionnaire tools and text mining. *Amirkabir Civil Engineering Journal*, 53(6), 2335-2352. (in Persian)
- Rahmani, T., & Mirzadeh Koochshahi, N. (2015). Legal pathology of tendering in Iran. *Administrative Law Journal*, 2(7), 145-182. (in Persian)
- Razmi, J., Haleh, H., & Meshkinfam, S. (2007). Designing a new decision support model for contractor evaluation and selection in tenders (in Iran). *Tehran University Engineering Faculty Journal*, 41(7), 897-909. (in Persian)
- Rezaei, M., & Yavari, A. (2020). The principle of transparency in Iran's public tenders in light of WTO and EU regulations. *Economic Law Encyclopedia*, 13(18), 295-324. (in Persian)
- Salehi, H. R., Akbarzadeh, M., & Dehghani-Dehaj, I. (2015). The role of tender and auction procedures in the formation of public contracts. *Administrative Law Quarterly*, 2(8), 9-34. (in Persian)
- Salimian, S., Shahbazi, K., Fattahi, S., & Badpima, J. (2019). How to eliminate collusion in tenders and auctions using game theory (determining floor and ceiling prices). *Economic Research and Policy Studies*, 27(91), 131-15. (in Persian)
- Solimani, S., Roohani, A., Haqi, N., & Darvish Moghadam, S. (2005). A new method for pre-qualification evaluation of contractors. *International Journal of Industrial Engineering and Production Management*, 3(4), 1-16. (in Persian)
- Tajarlu, R., & Babaei, Z. (2017). Examining the principles of improving integrity in Iran's tender law and OECD guidelines. *Energy Law Studies*, 3(1), 31-55. (in Persian)
- Tal'e Khorsand, H. (2017). The public tender law with executive regulations and latest amendments. Tehran: Khorsandi. (in Persian)
- Torres Berrú, Y., López Batista, V. F., & Torres-Carrion, P. V. (2020). Data mining to detect and prevent corruption in contracts:

- Systematic mapping review. *RISTI - Revista Ibero-Americana de Sistemas e Tecnologías de Información*, 36(3), 13-26.
- Torres-Berru, Y., & López Batista, V. F. (2021). Data mining to identify anomalies in public procurement rating parameters. *Electronics*, 10(22), 3-15.
- Vatani Fada Khariz, M. R., & Emami Qashlaq, M. (2022). Challenges, ambiguities, and complexities of tender and auction laws. *Islamic Economics and Banking Journal*, 3(11), 317-336. (in Persian)
- Velasco, R., Carpanese, I., Interian, R., & Neto, O. P. (2020). A decision support system for fraud detection in public procurement. *International Transactions in Operational Research*, 28(1), 27-47.