

کاربرد نظریه شواهد جهت تجمیع داده‌ها در مدل بازخورد ۳۶۰ درجه

حسین ناهیدتیتکانلو^۱، عباس کرامتی^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲- دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۹

دریافت: ۱۳۹۶/۴/۲۵

چکیده

در مدل ارزیابی بازخورد ۳۶۰ درجه، داده‌های ارزیابی به‌طور معمول با استفاده از مقیاس لیکرت توسط چندین گروه ارزیاب با دیدگاه‌های مختلف ارائه می‌شود. این داده‌ها به دلیل ماهیت کیفی و ذهنی ارزیابی، توأم با عدم قطعیت و واگرایی زیاد هستند. این وضعیت باعث شده است تا تجمیع آن‌ها درون گروه‌های ارزیابی و در مرحله بعد، بین گروه‌های ارزیابی با استفاده از روش‌های معمول مبتنی بر میانگین، از دقت و اعتبار کافی برخوردار نباشد. نظر به اهمیت مسئله یادشده و عدم وجود راهکاری مناسب در این زمینه، مدلی جدید در چارچوب نظریه شواهد جهت مدل‌سازی عدم قطعیت و تجمیع داده‌ها در فرایند بازخورد ۳۶۰ درجه، در این مقاله ارائه شده است. در این مدل، ابتدا داده‌های مرتبط با هر گروه ارزیابی در قالب یک تخصیص باور پایه، تجمیع و عدم قطعیت آن مدل‌سازی شده است. در مرحله بعد، شواهد حاصل از گروه‌های مختلف ارزیابی با استفاده از عملگرهای ترکیب شواهد، تجمیع می‌شوند. در طراحی مدل مذکور، حالات مختلف مدل‌سازی داده‌های ارزیابی در ساختار توابع باور، قوانین مختلف ترکیب شواهد و معیارهای مختلف استخراج نتیجه نهایی از ساختار باور مورد بررسی قرار گرفته و بهترین عملگرها و مولفه‌های مدل، پس از بررسی عملکرد آن در ۲۷ حالت مختلف و با استفاده از ده هزار رکورد شبیه‌سازی شده، تعیین شده است. نتایج نشان می‌دهد مدل استخراج شده، نسبت به روش متداول میانگین، به‌طور معنادار

خطای کمتر و دقت بیشتری در تجمیع داده‌های مدل بازخورد ۳۶۰ درجه دارد. علاوه بر این، سایر مزایای مدل ارائه‌شده، در متن مقاله تبیین شده است.

واژگان کلیدی: عدم قطعیت؛ بازخورد ۳۶۰ درجه؛ نظریه شواهد؛ تجمیع اطلاعات.

۱- مقدمه

رویکرد بازخورد ۳۶۰ درجه به‌عنوان شکل جامع‌تری از مدل‌های معمول ارزیابی عملکرد کارکنان، به فرآیندی اطلاق می‌شود که در آن، بازخورد یا نظرات مرتبط با عملکرد و ویژگی‌های یک کارمند، از مجموعه‌ای از افراد که با وی در ارتباط هستند، دریافت و جمع‌بندی شده و در راستای سیاست‌های منابع انسانی سازمان مورداستفاده قرار می‌گیرد [۱]. فرض مبنایی در این رویکرد آن است که استفاده از چند منبع ارزیابی به دریافت نتایج فراگیر و قابل‌اطمینان، کاهش سوگیری‌ها و تقویت احساس مشارکت کارکنان در سازمان منتهی می‌شود [۲ و ۳]. منبع تأمین داده‌های ارزیابی در این مدل، نظرات و قضاوت‌های شخصی ارزیاب‌ها است. باوجوداینکه استفاده از نظرات و قضاوت‌های ذهنی افراد در سیستم‌های ارزیابی عملکرد بسیار متداول بوده و کاربرد گسترده‌ای دارد [۴ و ۵]، اما عدم قطعیت موجود در این نوع داده‌ها عامل بروز خطا در فرآیندهای ارزیابی عملکرد و مدل ارزیابی بازخورد ۳۶۰ درجه است، به‌نحوی که در موارد متعدد به پایین‌بودن کیفیت خروجی‌ها در این رویکرد اشاره شده است [۲؛ ۳؛ ۶].

یکی از مسائل مهم در مدل‌های ارزیابی عملکرد، تجمیع داده‌های غیرقطعی حاصل از منابع مختلف است. با وجود اهمیت این موضوع، رویه غالب تجمیع اطلاعات در این حوزه‌ها روش‌های مبتنی بر جمع ساده یا موزون (میانگین ساده یا موزون) بوده و این مسئله که آیا این عملگر ویژگی‌های مناسب برای تجمیع اطلاعات را دارد یا خیر، در نظر گرفته نمی‌شود [۶ و ۷]. بسیاری از محققان حوزه مدیریت اذعان دارند که این شیوه تجمیع، قابلیت کار با داده‌های غیرقطعی را ندارد و در برخی شرایط به نتایج اشتباه منتهی می‌شود [۶ و ۸].

در مدل ارزیابی عملکرد کارکنان با رویکرد چندمنبعی، گروه‌های ارزیاب (شامل همکاران، افراد زیرمجموعه، سرپرستان و...) منابع مختلف مورداستفاده جهت

ارزیابی هستند و هرکدام از این گروه‌ها به صورت مستقل، شواهدی مرتبط با عملکرد فرد ارزیابی‌شونده ارائه می‌نمایند. چنین ساختاری که در آن شواهد غیرقطعی از منابع مختلف گردآوری شده و پس از تجمیع جهت تصمیم‌گیری استفاده می‌شود با رویکرد نظریه شواهد^۱ مطابقت دارد.

نظریه شواهد که از آن به نظریه دمستر-شیفر^۲ نیز یاد می‌شود، چارچوبی عمومی جهت استنتاج بر اساس داده‌های غیرقطعی است. در این نظریه، ساختار باور ابزاری قدرتمند و منعطف در مدل‌سازی عدم قطعیت تصادفی و عدم قطعیت ناشی از نقص دانش است. نظریه شواهد امکان تجمیع شواهد غیرقطعی حاصل از منابع مختلف و نیز مدل‌سازی تعارض بین شواهد به دست آمده را فراهم می‌آورد [۹ و ۱۰]. این نظریه به جهت دارا بودن ویژگی‌های مطلوب، به طور گسترده در حوزه‌های مختلف کاربرد داشته است [۸؛ ۱۱ و ۱۲]. با وجود انعطاف بالای نظریه شواهد، پیاده‌سازی آن در حوزه‌های کاربردی، نیازمند انطباق صحیح مسئله تحت بررسی با ساختار نظریه شواهد است. در این راستا، تصمیم‌گیری در مورد مولفه‌های مدل‌سازی مسئله شامل تعیین روش مناسب تخصیص باورهای پایه، تعیین روش مواجهه با تعارض در بین شواهد دریافتی، تعیین قانون مناسب تجمیع شواهد متناسب با انواع شواهد دریافت شده و بررسی راهکار مناسب جهت استخراج نتیجه نهایی از توابع جرم باور، از اهمیت اساسی برخوردار است.

وجود عدم قطعیت و خطا در داده‌های حاصل از فرآیند بازخورد ۳۶۰ درجه، اهمیت مسئله تجمیع داده‌ها در آن، در کنار ضعف روش میانگین در تجمیع داده‌های ارزیابی [۶، ۸ و ۱۰] و فقدان روشی قابل قبول جهت استفاده در این زمینه [۷]، لزوم انجام مطالعه و ارائه راهکار مناسب جهت تجمیع داده‌ها در این فرآیند را مشخص می‌سازد. از این رو، با توجه به قابلیت‌های نظریه شواهد در تجمیع داده‌های غیرقطعی و نیز انعطاف آن برای کاربرد در حوزه‌های مختلف، در این مقاله مدلی جدید مبتنی بر نظریه شواهد جهت افزایش دقت و اعتبار نتایج حاصل از تجمیع داده‌ها در مدل بازخورد ۳۶۰ درجه ارائه شده است.

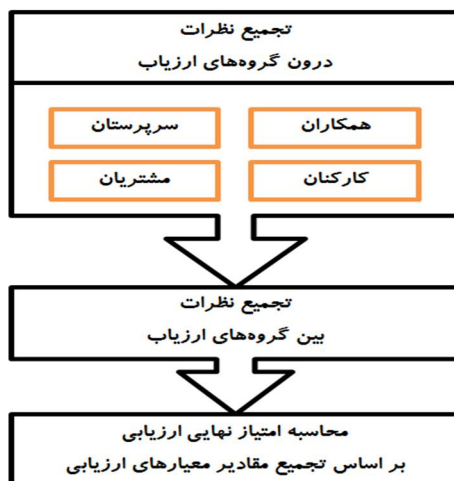
1. Evidence Theory
2. Dempster-Shafer Theory

در ادامه، سازماندهی مطالب ارائه‌شده مقاله بدین شرح است: در بخش دوم مبانی نظری و مرور مبانی نظری مرتبط با موضوع مقاله ارائه می‌شود. در بخش سوم، مراحل انجام پژوهش با تأکید بر حالات مختلف بررسی عملکرد مدل و نحوه اجرای فرآیند شبیه‌سازی تشریح می‌شود. در بخش چهارم، ضمن ارائه نتایج حاصل از شبیه‌سازی، عملکرد مدل در حالات مختلف مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در نهایت در بخش پنجم، جمع‌بندی نتایج پژوهش و معرفی مسیرهای آتی مطالعه در این زمینه آمده است.

۲- مبانی نظری

۱-۲- تجمیع داده‌ها در مدل بازخورد ۳۶۰ درجه

در مدل بازخورد ۳۶۰ درجه، تجمیع نظرات مطابق شکل ۱ در سه سطح انجام می‌شود [۷]. سطح اول شامل تجمیع نظرات مرتبط با یک معیار ارزیابی در داخل گروه ارزیاب است. در سطح بعد، تجمیع نتایج ارزیابی مرتبط با هر معیار در بین گروه‌های مختلف ارزیابی انجام می‌شود و یک مقدار مشخص به‌عنوان امتیاز ارزیابی فرد در هر معیار ارزیابی محاسبه می‌شود. در نهایت، امتیاز نهایی فرد ارزیابی‌شونده بر اساس تجمیع نتایج حاصل از تمام معیارهای ارزیابی، در سطح سوم به دست می‌آید.



شکل ۱ مراحل تجمیع داده‌ها در مدل بازخورد ۳۶۰ درجه [۷]

با وجود اهمیت مسئله تجمیع امتیازات و تأثیر آن بر خروجی حاصل از فرآیند بازخورد ۳۶۰ درجه، طبق بررسی انجام شده، مطالعات محدودی در رابطه با ارائه روش‌های جدید و بهبود فرآیند تجمیع داده‌ها در فرآیند ارزیابی عملکرد کارکنان وجود دارد که در جدول ۱ به مهم‌ترین آن‌ها در سه دسته کلی اشاره شده است.

جدول ۱ مطالعات مرتبط با تجمیع شواهد در مدل‌های ارزیابی عملکرد

مرجع	تجمیع داده‌ها درون گروه‌های ارزیابی	تجمیع داده‌ها بین گروه‌های ارزیابی	تجمیع داده‌ها بین معیارهای ارزیابی
[۱۳]	تصمیم‌گیری گروهی فازی	-	رتبه‌بندی بر اساس معیار فاصله
[۷]	مدل تجمیع در قالب برنامه‌ریزی آرمانی مبتنی بر تابع فاصله	مدل تجمیع در قالب برنامه‌ریزی آرمانی مبتنی بر تابع فاصله	مدل تجمیع در قالب برنامه‌ریزی آرمانی مبتنی بر تابع فاصله
[۱۴]	مدل دی اندرس [۷]	مدل دی اندرس و وزن‌دهی گروه‌های ارزیابی به روش FAHP	روش میانگین وزنی و روش تاپسیس جهت رتبه‌بندی کارکنان
[۲]	میانگین وزنی ترتیبی داده‌های زبانی دوبخشی ^۱	میانگین وزنی داده‌های زبانی دوبخشی	انتگرال چوکت ^۲
[۱۵]	میانگین ساده	میانگین ساده	روش تاپسیس در رتبه‌بندی کارکنان
[۱۶]	میانگین ساده	-	الگوریتم خوشه‌بندی فازی
[۱۷]	نظریه شواهد	نظریه شواهد	نظریه شواهد

دسته اول شامل مطالعاتی است که در آن‌ها تجمیع داده‌ها با استفاده از فنون تصمیم‌گیری مانند فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و غیرفازی، تاپسیس و موارد دیگر انجام شده است [۱۴ و ۱۵]. در این دسته از مطالعات، تجمیع داده‌ها درون و بین گروه‌های ارزیاب با روش جمع ساده یا موزون انجام می‌گیرد و معمولاً از روش‌های تصمیم‌گیری برای محاسبه وزن معیارها، ارزیاب‌ها یا گروه‌های ارزیاب و رتبه‌بندی استفاده می‌شود. این روش‌ها مختص به حوزه ارزیابی عملکرد کارکنان نبوده و در سایر حوزه‌ها مانند ارزیابی تأمین‌کنندگان نیز کاربرد دارند [۱۸]. دسته دوم شامل مطالعاتی است که به کاربرد داده‌های فازی در فرآیند ارزیابی عملکرد مرتبط بوده و

1. 2-tuple fuzzy linguistic
2. Choquet

در آن‌ها از عملگرهای فازی جهت تجمیع داده‌ها استفاده شده است [۲؛ ۱۹ و ۲۰]. در این دسته از پژوهش‌ها، بازخوردهای دریافت شده از ارزیاب‌ها اغلب با استفاده از اعداد فازی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در این کاربردها از طیف گسترده عملگرهای فازی جهت پردازش داده‌ها استفاده می‌شود که انتخاب عملگر مناسب در این موارد می‌تواند دشوار باشد [۱۱]. دسته سوم موارد معدودی از مطالعات را در برمی‌گیرند که در آن‌ها مدل‌های جدیدی جهت تجمیع داده‌های ارزیابی ارائه شده است. مهم‌ترین مدل‌های ارائه‌شده در این حوزه در مراجع [۷؛ ۱۴ و ۱۶] معرفی شده‌اند. در مرجع [۷]، یک مدل منطقی ارائه شده است که در آن، تجمیع داده‌ها در فرآیند بازخورد ۳۶۰ درجه به یک مسئله برنامه‌ریزی آرمانی بر پایه معیار فاصله تبدیل می‌شود. این مدل در مرجع [۱۴] در یک مطالعه موردی استفاده شده است. کاربرد مدل یادشده نیازمند تعیین مقدار متغیر (λ) است. این متغیر نحوه اعمال تفاوت‌های کوچک یا بزرگ در نظرات دریافت شده را تعیین می‌کند اما حساسیت بالای خروجی مدل به مقدار تعیین شده برای این متغیر، در کاربرد مدل محدودیت ایجاد می‌نماید. در مرجع [۱۶] با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی فازی، روشی جدید جهت مقابله با کاستی‌های روش سنتی تجمیع داده‌ها و کمک به تصمیم‌گیری مدیران ارائه شده است. هرچند روش‌های خوشه‌بندی در حوزه‌های مختلف، مانند خوشه‌بندی مشتریان [۲۱]، کاربردهای بسیار گسترده دارند اما کاربرد آن در حوزه مدل‌های ارزیابی عملکرد کارکنان، ایده‌ای نو بوده که در این مقاله انجام شده است. با این وجود، خروجی این مدل در قالب خوشه‌بندی بوده و امتیاز نهایی ارزیابی در آن تعیین نمی‌شود. در مرجع [۱۷]، ایده‌های جدیدی جهت استفاده از نظریه شواهد در توسعه مدل بازخورد ۳۶۰ درجه ارائه شده، اما به جزئیات پیاده‌سازی مدل‌ها تشریح نشده است.

۲-۲- مبانی نظریه شواهد

نظریه شواهد یا نظریه دمستر-شیفر بر اساس کار دمستر در سال ۱۹۶۷ پایه‌گذاری و توسط شیفر در سال ۱۹۷۶ توسعه داده شد. این نظریه ابزاری قوی جهت مدل‌سازی و ترکیب اطلاعات توأم با عدم قطعیت و تصمیم‌گیری بر اساس آن‌هاست [۹]. در این نظریه، ساختار توابع باور از مفاهیم پایه بوده که جهت مدل‌سازی ارزیابی‌های ذهنی توأم با عدم قطعیت طراحی شده است و قابلیت تطبیق با داده‌های کمی و فازی را نیز

داراست [۱۰ و ۱۱]. این ویژگی‌ها به همراه انعطاف در پیاده‌سازی، باعث کاربرد این نظریه در بسیاری از حوزه‌ها شده است. در ادامه، برخی از مهم‌ترین مفاهیم مرتبط با کاربرد نظریه شواهد توضیح داده شده است.

۲-۲-۱- چارچوب تمایز^۱

چارچوب تمایز که با θ یا Ω نشان داده می‌شود، مجموعه تمام گزاره‌های ممکن و منحصر به فردی است که در مورد آن‌ها و ترکیبات مختلف آن‌ها، شواهد ارائه می‌شود. مجموعه \mathcal{F} که دربرگیرنده تمام زیرمجموعه‌های ممکن θ است، بدنه شواهد نامیده می‌شود [۲۳].

۲-۲-۲- تخصیص باور پایه^۲

یکی از مفاهیم کلیدی در نظریه شواهد، تخصیص باور پایه یا توابع جرم باور^۳ است. مقدار جرم باور متعلق به مجموعه A که به صورت $m(A)$ نشان داده می‌شود، بیان‌کننده بخشی از باور کل است که از فرضیه A پشتیبانی می‌کند. هر زیرمجموعه $A \subset \theta$ به نحوی که $m(A) > 0$ یک عنصر کانونی m نام دارد و جرم تخصیص یافته به کل چارچوب تمایز یا $m(\theta)$ ، جهل^۴ یا نقص کلی دانش نامیده می‌شود. تابع تخصیص باور پایه (m) خواص زیر را دارد [۲۳]:

$$m: \mathcal{F} \rightarrow [0, 1]; \quad m(\emptyset) = 0; \quad \sum_{X \subset \theta} m(X) = 1; \quad m(X) + m(\bar{X}) \leq 1 \quad (1)$$

۲-۲-۳- تصمیم‌گیری بر اساس توابع جرم باور

اگر m یک تخصیص باور پایه بر روی Ω باشد، آنگاه معیارهای متداول تصمیم‌گیری بر اساس نظریه شواهد به شرح زیر هستند:

- معیار باور^۵ [۲۳]: بیانگر کل مقدار جرم باوری است که از فرضیه پشتیبانی می‌کند.

1. Frame of Discernment
 2. Basic Belief Assignment
 3. Mass function
 4. Ignorance
 5. Belief

$$Bel(A) = \sum_{B \subseteq A} m(B) \quad (2)$$

• معیار توجیه‌پذیری^۱ [۲۳]: کل مقدار باوری است که به‌طور بالقوه می‌تواند از فرضیه موردنظر پشتیبانی کند.

$$pl(A) = \sum_{A \cap B \neq \emptyset} m(B) \quad (3)$$

جهت تصمیم‌گیری در مورد یک گزاره می‌توان گفت هرچه مقدار توجیه‌پذیری و باور در مورد یک گزاره بالاتر باشد، آن گزاره جهت تصمیم‌گیری مطلوب‌تر است [۲۳].

• معیار تبدیل توجیه‌پذیری^۲ (Pl_P)

این معیار بر اساس مقادیر تابع توجیه‌پذیری به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Pl_P_m(A) = K^{-1} pl_m(\{A\}) \quad \text{for all } A \in \Omega \quad (4)$$

در عبارت فوق، $K = \sum_{\omega \in \Omega} \{Pl_m(\{A\}) | A \in \Omega\}$ عامل نرمال‌سازی است [۲۴].

• معیار احتمال پیگنیستیک^۳ ($BetP$)

این معیار به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$BetP(A) = \sum_{W \subseteq \Omega, A \in W} \frac{1}{|A|} \frac{m(W)}{1 - m(\emptyset)}, \forall A \in \Omega \quad (5)$$

که در آن $|A|$ بیانگر اندازه مجموعه A و $\omega \in \Omega$ است. هرچه مقدار معیار احتمال پیگنیستیک بیشتر باشد، گزاره موردبررسی برای انتخاب، گزینه مطلوب‌تری است [۲۵].

1. Plausibility
2. Plausibility transformation method
3. Pignistic

• ارزش انتظاری

اگر m یک تابع جرم باور تعریف شده بر روی Ω و X متغیری باشد که عناصر چارچوب تمایز را بر روی مجموعه اعداد حقیقی نگاشت می‌کند، آنگاه مقدار ارزش انتظاری متغیر X به صورت زیر تعریف می‌شود [۲۵]:

$$E(X) = \sum_{\omega \in \Omega} X(\omega) \text{BetP}(\omega) \quad (۶)$$

۲-۲-۴- ترکیب شواهد

در نظریه شواهد قوانین متعددی جهت ترکیب شواهد ارائه شده است. شرایط کاربرد این قوانین بر اساس کیفیت و قابلیت اطمینان منابعی که شواهد را فراهم می‌آورند، روش گردآوری شواهد (در طول زمان یا به صورت یکباره) و یا رویکرد مواجهه با تعارض تعیین می‌شود [۲۶]. در این بخش، چند رابطه متداول در ترکیب شواهد شامل ترکیب عطفی^۱، ترکیب فصلی^۲ و قانون دمستر یا قانون ترکیب عطفی نرمال شده که دارای خواص جابجایی و انجمنی هستند، معرفی می‌شود. اگر m_1 و m_2 دو تابع باور ارائه شده توسط دو منبع مجزا بر روی چارچوب Ω باشد، آنگاه قوانین یادشده به صورت زیر تعریف می‌شوند:

• عملگر ترکیب عطفی [۲۶]:

$$(m_1 \cap m_2)(A) = \sum_{B \cap C = A} m_1(B) \cdot m_2(C) = m_{\cap}(A) \quad \forall A \subseteq \Theta \quad (۷)$$

• عملگر ترکیب فصلی [۲۶]:

$$(m_1 \cup m_2)(A) = \sum_{B \cup C = A} m_1(B) \cdot m_2(C) = m_{\cup}(A) \quad \forall A \subseteq \Theta \quad (۸)$$

• قانون ترکیب دمستر

1. Conjunctive
2. Disjunctive

قانون ترکیب شواهد دمستر، درواقع، شکل نرمال‌شده قانون ترکیب عطفی است و به‌صورت زیر بیان می‌شود [۲۶]:

$$m_D(A) = \frac{m_{\cap}(A)}{1 - m_{\cap}(\phi)}, \quad \forall A \subseteq \Theta, A \neq \phi \quad (9)$$

کاستی اساسی قانون دمستر، عدم توانایی در مواجهه با تعارض^۱ بوده و از این رو نتایج آن در مطالعات متعدد مورد تردید واقع شده است [۲۶].

۲-۲-۵- روش ضریب تعدیل^۲

در وضعیتی که یک منبع قویاً از یک گزاره و منبع دیگر از گزاره‌ای ناسازگار با آن پشتیبانی کند، تعارض در شواهد ایجاد می‌شود [۲۷]. یکی از ساده‌ترین و کاراترین روش‌های مواجهه با تعارض و نیز مدیریت میزان تأثیر منبع اطلاعاتی در فرآیند ترکیب شواهد، روش ضریب تعدیل است. اگر m_j تابع جرم باور بر اساس اطلاعات منبع S_j و α_j میزان اطمینان به آن منبع باشد، آنگاه تعدیل شده تابع m_j به‌صورت زیر تعریف می‌شود [۲۷]:

$$\begin{cases} m_{\alpha_j, j}(A) = \alpha_j m_j(A) \\ m_{\alpha_j, j}(\Theta) = 1 - \alpha_j + \alpha_j m_j(\Theta) \end{cases} \quad \forall A \subset \Theta \quad (10)$$

اصلی‌ترین چالش در استفاده از این روش، نحوه تعیین ضریب α_j است؛ لذا در مطالعات مختلف مانند مرجع [۲۷] راهنمایی‌هایی در خصوص تعیین آن ارائه شده است.

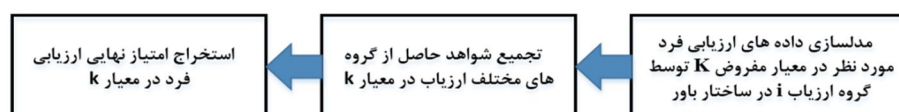
۳- روش انجام پژوهش

در این مقاله جهت پیاده‌سازی ایده طراحی مدل تجمیع داده‌ها در مدل بازخورد ۳۶۰ درجه مبتنی بر نظریه شواهد، حالات مختلف پیاده‌سازی آن بررسی شده و الگوی

1. Conflict
2. Discounting method

مناسب آن با شبیه‌سازی عملکرد مدل در حالات مختلف استخراج می‌شود. جزئیات انجام کار در ادامه تشریح شده است.

۳-۱- مدل تجمیع داده‌ها مبتنی بر نظریه شواهد در فرآیند بازخورد ۳۶۰ درجه در شکل ۲، ساختار کلی مدل ارائه‌شده در این مقاله نشان داده شده است.



شکل ۲ نمای کلی مدل تجمیع داده‌ها در فرآیند بازخورد ۳۶۰ درجه مبتنی بر نظریه شواهد

محدوده مدل ارائه‌شده تجمیع داده‌های مرتبط با هر معیار ارزیابی و محاسبه امتیاز نهایی ارزیابی در معیار مفروض k است و تجمیع امتیاز حاصل از معیارهای مختلف که به ساختار تعریف و وزن آن‌ها وابسته است، در حوزه بررسی‌های این مقاله قرار نمی‌گیرد.

۳-۲- مدل‌سازی داده‌های ارزیابی در ساختار توابع باور

فرض کنید تعداد i گروه ارزیابی که هرکدام متشکل از F_i ارزیاب هستند، در فرآیند بازخورد ۳۶۰ درجه شرکت دارند و در مورد عملکرد یک فرد در معیار مفروض K اعلام نظر می‌نمایند. نظر ارزیاب‌ها با مشخص کردن یک گزینه بر روی مقیاس ارزیابی اعلام می‌شود؛ لذا داده‌های ارزیابی در این مرحله را می‌توان به صورت فراوانی انتخاب هر گزینه توسط ارزیاب‌های مختلف نشان داد. با فرض اعلام نظر منصفانه ارزیاب‌ها، منطقاً در بین گزینه‌های ارزیابی آن گزینه‌ای که بیشترین فراوانی را کسب نماید، محتمل‌ترین گزینه جهت اعلام به عنوان نتیجه ارزیابی خواهد بود و لذا در تخصیص باور، می‌بایست بیشترین جرم باور را کسب نماید. این فرض، اساس طراحی روش‌های تخصیص باور در این مقاله بوده و در مطالعات مرتبط با کاربرد نظریه شواهد در تصمیم‌گیری نیز استفاده شده است [۸ و ۱۰].

اولین گام در مدل‌سازی عدم قطعیت در ساختار باور تعیین چارچوب تمایز است. طبق تعریف، چارچوب تمایز می‌بایست تمام حالات ممکن پدیده مورد بررسی را شامل شود. از این رو در مدل‌سازی عدم قطعیت در داده‌های ارزیابی، گزینه‌های اعلام نظر بر روی مقیاس ارزیابی به عنوان چارچوب تمایز در نظر گرفته می‌شود. تعیین گزینه‌های ارزیابی به عنوان چارچوب تمایز در برخی مراجع دیگر مانند [۸ و ۱۰] گزارش شده است. اگر گزینه‌های امتیازدهی بر روی مقیاس ارزیابی را با $L_n, n \in \{1, \dots, N\}$ نشان دهیم، آنگاه چارچوب تمایز در این پژوهش که با θ نشان داده می‌شود، به صورت $\Theta = \{L_1, L_2, \dots, L_N\}$ تعریف می‌شود. اگر بیانگر فراوانی انتخاب گزینه n ام در ارزیابی بر اساس معیار مفروض k در گروه ارزیابی i باشد، آنگاه فراوانی نسبی هر گزینه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{f}_{i,k,n} = \frac{f_{i,k,n}}{F_i}, \quad n \in \{1, \dots, N\} \quad (11)$$

در فرآیند نظرسنجی ممکن است ارزیاب‌ها در برخی موارد اطلاعات کافی جهت اعلام نظر را نداشته باشند؛ لذا اگر $f_{i,k,\theta}$ بیانگر تعداد ارزیاب‌هایی که در گروه i به سؤال ارزیابی در رابطه با معیار k پاسخ نداده‌اند باشد، آنگاه فراوانی نسبی سؤالات بدون پاسخ نیز مشابه با رابطه (۱۲) محاسبه می‌شود. با توجه به مقدمات فوق، در ادامه، سه روش متفاوت جهت تخصیص باورهای پایه بر اساس داده‌های مقیاس ارزیابی لیکرت معرفی می‌شود.

• روش اول: تخصیص باور به عناصر انفرادی چارچوب تمایز

در این روش تخصیص باور، مشابه با تخصیص باور بی‌زین که در آن جرم باور فقط به عناصر انفرادی θ تخصیص می‌یابد، جرم باور متناسب با فراوانی نسبی هر عنصر چارچوب تمایز تخصیص داده می‌شود. تفاوت این روش با تخصیص بی‌زین تخصیص جرم به θ است. شواهد به دست آمده از گروه i در معیار k به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$m_{i,K}(H_n) = \bar{f}_{i,k,n}, \quad n \in \{1, \dots, N\}, \quad m_{i,K}(\Theta) = \bar{f}_{\theta,k,n} \quad (12)$$

با توجه به اینکه ممکن است شواهد به دست آمده از منابع مختلف دارای اعتبار متفاوت باشند، لذا در صورت نیاز با استفاده از روش ضریب تعدیل، اصلاح شود [۲۷]، [۲۸]. در این روش، تغییرپذیری با تخصیص باور به عناصر انفرادی و عدم قطعیت ناشی از جهل کامل به صورت تخصیص جرم باور به θ مدل سازی می شود.

• روش دوم: تخصیص باور به صورت شواهد همخوان^۱ یا تودرتو^۲

یکی از حالت های تخصیص باور پایه که در آن عدم قطعیت ناشی از ابهام و کمبود دانش با جزئیات بیشتری نشان داده می شود، تخصیص باور با الگوی شواهد همخوان است که در آن، شواهد به ترتیب همدیگر را پشتیبانی می کنند [۹]. در این بخش بر اساس روش استفاده شده در مرجع [۲۷] مراحل تبدیل داده های ارزیابی به توابع جرم باور با الگوی تودرتو بیان می شود. به جهت سادگی، در این بخش فراوانی نسبی گزینه m با \bar{f}_n نمایش داده می شود. مراحل کار به شرح زیر است:

الف) عناصر چارچوب تمایز را به ترتیب محتمل ترین تا غیر محتمل ترین مرتب می نماییم. این کار بر اساس فراوانی نسبی و به صورت $\bar{f}_{L_n(1)} \geq \bar{f}_{L_n(2)} \geq \dots \geq \bar{f}_{L_n(m)}$ انجام می شود؛

ب) مجموعه $A_M = \{L_n(1), L_n(2), \dots, L_n(m)\}$ تشکیل داده می شود؛

ج) جرم قابل تخصیص به مجموعه A_M به صورت زیر محاسبه می شود:

$$m(A_M) = |A_M| (\bar{f}_{L_n(m)} - \bar{f}_{L_n(m+1)}) \quad (13)$$

با در نظر گرفتن $\bar{f}_{L_n(N+1)} = 0$ مراحل ۲ و ۳ تا زمانی که A_M شامل کلیه عناصر چارچوب تمایز باشد ادامه می یابد.

• روش سوم: تخصیص باور بر اساس بیشترین فراوانی و همسایگی آن

پراکندگی داده های ارزیابی در هر گروه ارزیابی می تواند دربرگیرنده اطلاعات با ارزش برای تحلیل عملکرد افراد باشد [۶]. به منظور استخراج بخشی از این اطلاعات، در اینجا یک روش ابتکاری تخصیص باور پایه پیشنهاد شده است که در آن، علاوه بر تخصیص باور به عناصر انفرادی چارچوب تمایز، تخصیص جرم باور به

1. Consonant
2. Nest

زیرمجموعه‌ای از عناصر چارچوب تمایز نیز انجام می‌شود. عناصر زیرمجموعه انتخابی در بین نظرات ارائه شده بیشترین انتخاب را دارند و یا در همسایگی عناصر با بیشترین انتخاب قرار دارند و به صورت زیر تعیین می‌شوند:

الف: اگر بیشترین فراوانی مربوط به اولین گزینه طیف لیکرت باشد، در این صورت آن عنصر به همراه اولین عنصر بعد از آن به عنوان مجموعه S در نظر گرفته می‌شود.

ب: اگر بیشترین فراوانی مربوط به آخرین گزینه طیف لیکرت باشد، در این صورت آن عنصر به همراه عنصر قبل از آن بر روی طیف ارزیابی، مجموعه S را تشکیل می‌دهد. ج: اگر به جز عنصر ابتدا و انتها، هرکدام از دیگر عناصر میانی طیف ارزیابی بیشترین فراوانی را داشته باشند، آنگاه بر اساس مجموع فراوانی عناصر بعد یا قبل از این عنصر، مجموعه S تشکیل می‌شود. اگر f_n بیانگر فراوانی انتخاب گزینه n در گروه ارزیابی مفروض باشد، بیان ریاضی حالات مختلف تشکیل مجموعه S به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{If } f_{j,j \in \{1, \dots, N\}} = \max \{f_1, \dots, f_j, \dots, f_N\} \text{ then} \\ \text{If } \sum_{n=j+1}^{n=N} f_n > \sum_{n=1}^{n=j-1} f_n \text{ then } S = \{L_j, L_{j+1}\} \text{ else} \\ \text{If } \sum_{n=j+1}^{n=N} f_n < \sum_{n=1}^{n=j-1} f_n \text{ then } S = \{L_{j-1}, L_j\} \text{ else} \\ \text{If } \sum_{n=j+1}^{n=N} f_n = \sum_{n=1}^{n=j-1} f_n \text{ then } S = \{L_{j-1}, L_j, L_{j+1}\} \end{aligned} \quad (14)$$

د: اگر بیش از یک عنصر چارچوب تمایز دارای حداکثر فراوانی باشند، در این صورت تمامی عناصر بین آن‌ها مجموعه S را تشکیل می‌دهند. به بیان ریاضی خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \text{If } \{f_{j_1}, \dots, f_{j_q}\} = \max \{f_1, \dots, f_N\}, \text{ and } j_i \in \{1, \dots, N\}, \\ \text{then } S = \{L_{j_1}, \dots, L_{j_q}\} \end{aligned} \quad (15)$$

پس از مشخص شدن مجموعه S ، تخصیص باور پایه متناسب با مجموع فراوانی نسبی عناصر آن انجام می‌شود. از آنجاکه در این روش مجموع کل تخصیص‌ها بیشتر از یک خواهد بود، بدین منظور نرمال‌سازی انجام می‌گیرد. اگر f_s مجموع فراوانی عناصر مجموعه S باشد، آنگاه توابع جرم باور در این روش به صورت زیر تعیین می‌شوند:

$$m(H_n) = \frac{f_n}{F + f_s}; \quad n \in \{1, \dots, N\}; \quad m(S) = \frac{f_s}{F + f_s}; \quad m(\Theta) = \frac{f_\Theta}{F + f_s} \quad (16)$$

۳-۳- تجمیع شواهد و مدیریت تعارض

از آنجاکه در قوانین ترکیب مبتنی بر عملگرهای عطفی ممکن است تعارض بین شواهد به نتایج ناصحیح منتج شود، لذا از روش ضریب تعدیل جهت رفع تعارض بین شواهد استفاده می‌شود. جهت بررسی تأثیر ضرایب تعدیل بر خروجی قوانین عطفی، ضرایب تعدیل ($\alpha = 0.99, 0.9, 0.8, 0.7$) استفاده می‌شود. در مرجع [۲۷] توضیحاتی در خصوص تعیین ضریب تعدیل آمده است.

۳-۴- تصمیم‌گیری و استخراج نتیجه نهایی از توابع جرم باور

در ساختار نظریه شواهد، ورودی‌ها و خروجی‌ها در قالب توابع باور ارائه می‌شوند؛ لذا جهت تصمیم‌گیری نیاز است تا یک مقدار مشخص به عنوان نتیجه نهایی ارائه شود. در این مقاله، از معیار احتمال پیگنیستیک، معیار تبدیل توجیه‌پذیری و روش ارزش انتظاری که تصمیم‌گیری بر اساس آن‌ها نیاز به تفسیر ندارد، استفاده می‌شود.

۳-۵- نحوه بررسی عملکرد مدل

جهت بررسی حالات مختلف پیاده‌سازی مدل با هدف تعیین اجزا و مولفه‌های بهینه آن، از داده‌های شبیه‌سازی شده استفاده می‌شود. در شبیه‌سازی داده‌ها فرض می‌شود که امتیاز واقعی عملکرد فرد در معیار مفروض ارزیابی از قبل مشخص بوده و ارزیاب‌ها بر اساس سطوح مختلف خطا ارزیابی‌های خود را انجام می‌دهند. در تولید داده‌ها فرض شده است در ارزیابی عملکرد یک مدیر میانی، پنج گروه ارزیابی

متشکل از هفت نفر از مشتریان، شش نفر از کارمندان، پنج نفر از همکاران، سرپرست و در نهایت خود فرد تشکیل شده است. فرض بر این است که ارزیاب‌ها در چهار دسته معمولی، سخت‌گیر، سهل‌گیر و تصادفی در قالب طیف لیکرت معمولی ۵ گزینه‌ای به ارزیابی می‌پردازند. اگر امتیاز واقعی فرد را x در نظر بگیریم، ارزیاب معمولی با اختلاف یک امتیاز (در صورت موجود بودن بر روی مقیاس ارزیابی)، یکی از گزینه‌های $\{x-1, x, x+1\}$ را به‌عنوان نتیجه ارزیابی اعلام می‌نماید. ارزیاب سخت‌گیر (اگر شاخص ارزیابی را مثبت در نظر بگیریم)، یکی از گزینه‌های $\{1, \dots, x\}$ را اعلام خواهد نمود و ارزیاب سهل‌گیر نیز از میان گزینه‌های $\{x, \dots, 5\}$ ، گزینه موردنظر خود را انتخاب می‌نماید. ارزیاب تصادفی ارزیابی است که بدون توجه به عملکرد و ویژگی‌های فرد ارزیابی‌شونده، یکی از گزینه‌های مقیاس نظرسنجی را به تصادف اعلام می‌نماید.

داده‌های مرتبط با هر گروه ارزیاب، با استفاده از سه روش تشریح‌شده در بخش قبل به ساختار باور تبدیل شده و سپس با استفاده از قوانین ترکیب جمع می‌شوند. در نهایت، خروجی مدل بر اساس معیارهای احتمال پیگنیستیک، تبدیل توجیه‌پذیری و ارزش انتظاری استخراج می‌شود. در هر بار تغییر مولفه‌های مختلف مدل (۲۷ بار)، عملکرد آن در ۲۰ حالت مختلف تعریف شده بر اساس درصد ارزیاب‌های معمولی و در هر حالت با استفاده از ۵۰۰ رکورد داده‌های شبیه‌سازی‌شده (۱۰ هزار بار اجرای مدل) موردبررسی قرار می‌گیرد. مجموع تفاوت بین خروجی مدل و امتیاز واقعی عملکرد، معیار مقایسه خروجی مدل در حالات مختلف است. بررسی معنادار بودن تفاوت نتایج حاصل از روش‌های مختلف با آزمون فریدمن در سطح $\alpha = 0.05$ انجام می‌شود. شبیه‌سازی و پردازش داده‌ها، با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار اکسل انجام شده است.

۴- بررسی نتایج و تحلیل آن

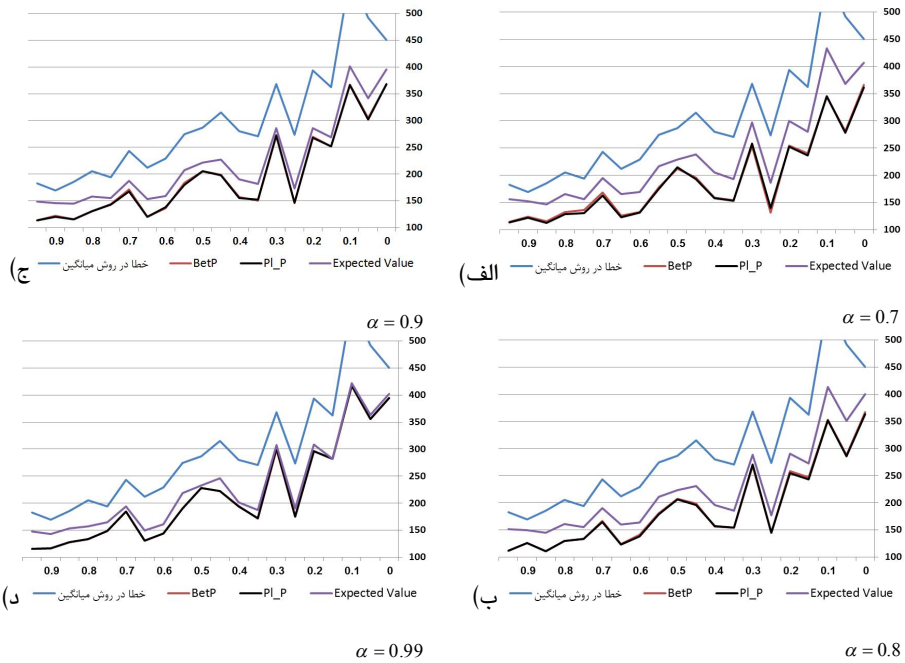
خلاصه نتایج حاصل از اجرای مدل در شرایط مختلف در قالب مجموع خطای ایجادشده در هر حالت در جدول ۲ آمده است. در جداول و نمودارهای این بخش، نتایج حاصل از جمع داده‌ها با استفاده از شاخص‌های احتمال پیگنیستیک ($BetP$)، معیار تبدیل

توجیه‌پذیری (Pl_P) و معیار ارزش انتظاری ($E.V$) در حالات مختلف نشان داده شده است. نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد، تنها در تخصیص باور پایه با استفاده از روش سوم، نتایج مدل ارائه شده بهتر از خروجی عملگر میانگین است.

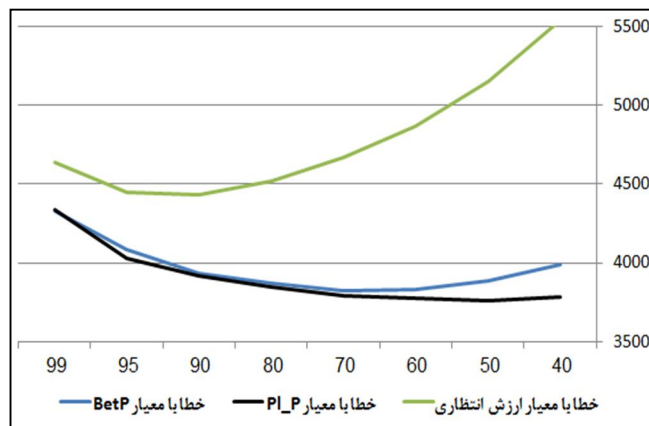
جدول ۲ مجموع خطای حاصل از اجرای مدل در شرایط تعریف شده

ضریب تعدیل				معیار استخراج	قانون تجمیع	روش
۰.۹۹	۰.۹	۰.۸	۰.۷			
۵۳۷۶	۵۳۴۱	۵۳۳۲	۵۳۷۴	$BetP$	عطفی	تخصیص باور به روش ۱
۵۳۱۸	۵۲۸۳	۵۲۷۴	۵۳۱۸	Pl_P		
۵۰۰۶	۴۷۰۰	۴۷۱۵	۴۸۶۸	$E.V$		
۵۲۸۶	۵۳۵۳	۵۳۴۱	۵۳۸۱	$BetP$	دستور	
۵۳۲۸	۵۲۹۶	۵۲۸۴	۵۳۲۴	Pl_P		
۵۰۰۶	۴۷۰۰	۴۷۱۵	۴۸۶۸	$E.V$		
۶۴۱۰				$BetP$	فصلی	
۶۳۴۹				Pl_P		
۷۲۳۲.۱				$E.V$		
۵۲۳۰	۵۲۴۶	۵۲۸۱	۵۲۹۶	$BetP$	عطفی	تخصیص باور به روش ۲
۵۱۱۹	۵۱۳۳	۵۱۲۲	۵۰۶۸	Pl_P		
۵۰۱۶	۴۷۹۳	۴۷۱۱	۴۷۳۴	$E.V$		
۵۲۳۹	۵۲۴۴	۵۲۸۹	۵۳۰۳	$BetP$	دستور	
۵۱۳۵	۵۱۱۸	۵۱۳۸	۵۰۷۸	Pl_P		
۵۰۱۶	۴۷۹۳	۴۷۱۱	۴۷۳۴	$E.V$		
۸۱۵۶				$BetP$	فصلی	
۸۱۵۶				Pl_P		
۸۰۳۹.۱				$E.V$		
۴۳۳۰	۳۹۳۹	۳۸۶۸	۳۸۳۳	$BetP$	عطفی	تخصیص باور به روش ۳
۴۳۳۳	۳۹۱۶	۳۸۴۶	۳۷۹۳	Pl_P		
۴۶۳۶	۴۴۳۱	۴۵۱۷	۴۶۶۵	$E.V$		
۴۳۳۵	۳۹۳۳	۳۸۶۸	۳۸۲۷	$BetP$	دستور	
۴۲۹۴	۳۸۸۰	۳۸۰۱	۳۷۶۱	Pl_P		
۴۶۳۶	۴۴۳۱	۴۵۱۷	۴۶۶۵	$E.V$		
۶۴۱۰				$BetP$	فصلی	
۶۳۴۹				Pl_P		
۷۵۸۶.۱				$E.V$		
۵۹۵۷.۸۶				خطای روش میانگین		

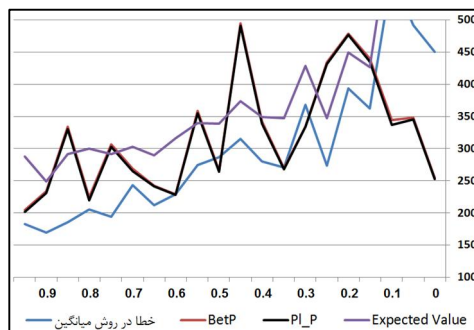
به جهت محدودیت فضا و کسب خروجی‌های ضعیف از مدل در شرایط تخصیص باور با استفاده از روش اول و روش دوم، تنها جزئیات مرتبط با عملکرد مدل در حالت تخصیص باور به روش سوم تشریح می‌شود.



شکل ۳ عملکرد مدل در وضعیت تخصیص باور به روش سوم و تجمیع با عملکرد عطفی با اعمال ضرایب تعدیل متفاوت



شکل ۴ تغییرات خطای مدل با اعمال ضرایب تعدیل متفاوت (تخصیص باور به روش سوم و تجمیع با عملکرد عطفی)



شکل ۵ عملکرد مدل ارائه‌شده در وضعیت تخصیص باور به روش سوم و استفاده از قانون عملگر فصلی

در این نمودارها، محور افقی درصد ارزیاب‌های معمولی به کل ارزیاب‌ها را نشان می‌دهد. محور عمودی نیز نشان‌دهنده خطای روش‌های تجمیع است. همان‌طور که در شکل ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، تغییر مقدار ضریب تعدیل در بازه ۷۰ تا ۰/۹۵ درصد تأثیری چندانی بر نتایج حاصل از تجمیع در روش سوم مدل‌سازی داده‌ها و ترکیب با استفاده از قانون عطفی ندارد. این مسئله در قانون دمستر نیز برقرار است. همان‌طور که شکل ۵ نشان می‌دهد، با استفاده از ترکیب فصلی، مدل در کلیه شرایط تعریف‌شده عملکرد بسیار ضعیفی دارد.

۳-۶- تحلیل و بررسی نتایج حاصل از اجرای مدل

۴-۱-۱- بررسی روش‌های مختلف مدل‌سازی داده‌ها در ساختار باور

نتایج ارائه‌شده در جدول ۲ نشان می‌دهد در شرایطی که داده‌های ارزیابی با استفاده از روش ۱ و روش ۲ به ساختار باور تبدیل می‌شوند، خروجی مدل ارائه‌شده ضعیف‌تر از روش سوم است. در روش اول، از آنجاکه جرم باور تنها به عناصر انفرادی تخصیص می‌یابد، اطلاعات مرتبط با پراکندگی داده‌های ارزیابی به‌خوبی مدل‌سازی نمی‌شود؛ لذا خروجی مدل با استفاده از این روش تخصیص باور رضایت‌بخش نیست. در روش دوم، الگوی خاصی از شواهد، یعنی شواهد تودرتو جهت تخصیص جرم باور مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش تا حدودی اطلاعات مرتبط با پراکندگی داده‌ها و عدم قطعیت مرتبط با آن در ساختار باور

مدل‌سازی شده است. با این وجود، نتایج حاصل از این روش نیز بهبود اندکی نسبت به حالت قبل داشته است. این مسئله به دلیل اعمال محدودیت مدل‌سازی داده‌ها در قالب شواهد تودرتو ایجاد شده است. در روش سوم، علاوه بر مدل‌سازی اطلاعات مرتبط با فراوانی نسبی عناصر چارچوب تمایز، اطلاعات مرتبط با عناصر دارای بیشترین فراوانی و گزینه‌های موجود در همسایگی آن‌ها مدل‌سازی شده است. جدول ۲ نشان می‌دهد عملکرد مدل در این شرایط و تجمیع مبتنی بر قانون ترکیب عطفی و قانون دمستر، به‌طور معناداری از سایر روش‌های تخصیص باور و روش میانگین بهتر است. این مسئله از نظر آماری در سطح $\alpha = 0.05$ تأیید شده است. طبق نمودارهای نشان داده‌شده در شکل ۳، سطح کلی خطای تجمیع و نیز فاصله بین خطای مدل و خطای روش میانگین با افزایش سطح کیفیت داده‌ها (افزایش درصد ارزیابی‌های معمولی) کاهش می‌یابد. این مسئله نشان می‌دهد مدل‌های تجمیع عملکرد منطقی دارند و نیز در شرایط کار با داده‌های توأم با خطای زیاد، کاربرد مدل توجیه بیشتری دارد.

۴-۱-۲- تجمیع شواهد و رفع تعارض

مقایسه نتایج حاصل از ترکیب شواهد با استفاده از قانون عطفی و قانون دمستر، نشان‌دهنده تفاوت‌های ناچیز بین خروجی هر سه روش تخصیص باورهای پایه است؛ لذا در شرایطی که تصمیم‌گیری بر اساس نسبت جرم‌های باور انجام می‌گیرد و مسئله تعارض بین شواهد با استفاده از ضریب تعدیل حل شده است، استفاده از قانون عطفی به لحاظ بار محاسباتی کمتر، ارجحیت دارد. همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است، قانون ترکیب فصلی در تمام شرایط تعریف‌شده، نتایج بسیار ضعیفی ارائه می‌دهد. این مسئله از آنجا ناشی می‌شود که در این قانون عملاً همه نظرات، چه سازگار و چه متناقض، حفظ شده و در خروجی منعکس می‌شود. لذا در این روش، عملاً عدم قطعیت مجدداً توزیع شده و خروجی آن قابل قبول نیست. ضریب تعدیل می‌تواند بر اساس اطلاعات واقعی موجود در سازمان، مثلاً نظر خبرگان، تعیین شود؛ در صورت نبود چنین اطلاعاتی، لازم است تا مقدار آن تعیین شود. بررسی خروجی‌های جدول ۲ نشان می‌دهد تغییر ضریب تعدیل از ۰/۷ به ۰/۹ تأثیر محدودی بر خروجی مدل داشته اما با تغییر ضریب تعدیل از ۰/۹ به

۰/۹۹، خطای مدل به‌طور محسوسی افزایش می‌یابد. این مسئله با اعمال ضرایب بیشتر در شکل ۵ بررسی شده است. طبق نتایج ارائه‌شده، خروجی مدل با اعمال ضریب تعدیل بین ۰/۶ تا ۰/۷ با استفاده از معیارهای *BetP* و *Pl_P* به بهترین حالت است؛ لذا در صورت نبود اطلاعات مرتبط با کیفیت منابع ارزیابی، می‌توان سطح ضریب تعدیل را ۰/۷ تعیین نمود.

۴-۱-۳- استخراج نتایج

نتایج نشان می‌دهد که استخراج خروجی مدل با استفاده از معیار احتمال پیگنیستیک و معیار تبدیل توجیه‌پذیری، به نتایج بسیار نزدیک به هم و متفاوت با معیار ارزش انتظاری می‌انجامد. بر اساس اطلاعات جدول مذکور، معیار ارزش انتظاری در شرایط تخصیص جرم باور به روش ۱ و روش ۲، بهترین نتایج را ارائه داده است. بررسی بیشتر بین معیارهای احتمال پیگنیستیک و تبدیل توجیه‌پذیری در شکل ۵ نشان می‌دهد که بین معیارهای استخراج خروجی، بهترین و پایدارترین نتیجه مربوط به معیار تبدیل توجیه‌پذیری است؛ لذا معیار تبدیل توجیه‌پذیری جهت استخراج نتیجه نهایی در مدل ارائه‌شده انتخاب می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، مدل جدیدی مبتنی بر نظریه شواهد که روشی توانمند در مواجهه با عدم قطعیت و داده‌های نادقیق است، جهت پوشش مشکلات مرتبط با تجمیع داده‌های ارزیابی در فرآیند بازخورد ۳۶۰ درجه، ارائه شده است. عملکرد مدل مذکور در شرایط مختلف شامل اعمال روش‌های مدل‌سازی داده‌ها در ساختار توابع باور، اعمال روش‌های مختلف تجمیع شواهد و مدیریت تعارض در آن‌ها و نیز اعمال معیارهای مختلف استخراج نتیجه نهایی از ساختار باور بررسی شد. این بررسی‌ها با استفاده از ده هزار رکورد داده‌های شبیه‌سازی‌شده و در مجموع با سیصد هزار بار اجرای مدل در حالت‌های مختلف انجام شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مدل تجمیع ارائه‌شده در این مقاله، به‌طور معنادار نتایج بهتری نسبت به روش معمول تجمیع با استفاده از عملگر میانگین در مدل بازخورد ۳۶۰ درجه ارائه می‌دهد.

در این مقاله، بررسی عملکرد مدل با استفاده از داده‌های شبیه‌سازی انجام شده است. به‌عنوان یکی از زمینه‌های مطالعات آتی، عملکرد مدل می‌تواند با استفاده از داده‌های واقعی موردبررسی قرار بگیرد. در این مقاله، قوانین تجمیعی که دارای خاصیت انجمنی هستند، موردبررسی قرار گرفته است. بررسی سایر قوانین ترکیب شواهد که فاقد خاصیت انجمنی هستند و کاربرد آن‌ها نیازمند تعیین توالی مناسب برای اجرای عملیات تجمیع است، می‌تواند در مطالعات آتی بررسی شود. از طرف دیگر، نظریه شواهد دارای قابلیت‌های متعددی در مدل‌سازی عدم قطعیت و تجمیع داده‌های نادقیق است که می‌تواند در طراحی مدل‌های ارزیابی عملکرد با قابلیت مواجهه با عدم قطعیت در مطالعات آتی مورد استفاده قرار گیرد.

۶- منابع و مراجع

- [1] Valle M, Bozeman DP. Interrater agreement on employees' job performance: review and directions. *Psychol Rep.* 2002; 90(3):975-985.
- [2] Espinilla M, de Andrés R, Martínez FJ, Martínez L. A 360-degree performance appraisal model dealing with heterogeneous information and dependent criteria. *Inf Sci (Ny).* 2013; 222:459-471. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2012.08.015.
- [3] Golman R, Bhatia S. Performance evaluation inflation and compression. *Accounting, Organ Soc.* 2012; 37(8):534-543.
- [4] Brutus SS. Words versus numbers: A theoretical exploration of giving and receiving narrative comments in performance appraisal. *Hum Resour Manag Rev.* 2010; 20(2):144-157. doi:10.1016/j.hrmr.2009.06.003.
- [5] Gibbs MJ, Merchant KA, der Stede WA, Vargus ME. The benefits of evaluating performance subjectively. *Perform Improv.* 2005; 44(5):26.
- [6] Markham SE, Smith JW, Markham IS, et al. A new approach to analyzing the Achilles' heel of multisource feedback programs: Can we really trust ratings of leaders at the group level of analysis? *Leadersh Q.* 2014; 25(6):1120-1142. doi:10.1016/j.leaqua.2014.10.003.
- [7] de Andrés R, García-Lapresta JL, González-Pachón J. Performance appraisal based on distance function methods. *Eur J Oper Res.* 2010; 207(3):1599-1607.

- doi:10.1016/j.ejor.2010.06.012.
- [8] Xu D-L. An introduction and survey of the evidential reasoning approach for multiple criteria decision analysis. *Ann Oper Res.* 2012; 195(1):163-187. doi:10.1007/s10479-011-0945-9.
- [9] Sentz K, Ferson S. *Combination of Evidence in Dempster-Shafer Theory.* Vol 4015. Sandia National Laboratories Albuquerque; 2002.
- [10] Tang D, Wong TC, Chin KS, Kwong CK. Evaluation of user satisfaction using evidential reasoning-based methodology. *Neurocomputing.* 2014; 142:86-94. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2014.01.055.
- [11] Deng Y., Sadiq R., Jiang W., Tesfamariam S. Risk analysis in a linguistic environment: A fuzzy evidential reasoning-based approach. *Expert Syst Appl.* 2011;38(12):15438-15446. doi:10.1016/j.eswa.2011.06.018.
- [12] lotfi demirchi M., Mirfakhradini SH., naser sadrabadi A. Strategy Evaluation Based on D Numbers and BSC Framework (Case Study: Electrical Industry). *Mod Res Decis Mak.* 2017;2(3):77-97. http://journal.saim.ir/article_28676.html.
- [13] Moon C, Lee J, Lim S. A performance appraisal and promotion ranking system based on fuzzy logic: An implementation case in military organizations. *Appl Soft Comput.* 2010; 10(2):512-519. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2009.08.035.
- [14] Sepehrirad R, Azar A, Sadeghi A. Developing a Hybrid Mathematical Model for 360-Degree Performance Appraisal: A Case Study. *Procedia - Soc Behav Sci.* 2012;62(June 2016):844-848. doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.142.
- [15] Avazpour R, Ebrahimi E, Fathi MR. A 360 Degree Feedback Model for Performance Appraisal Based on Fuzzy AHP and TOPSIS. *Int J Econ Manag Soc Sci.* 2013;2(11):969-976.
- [16] Ozkan C, Keskin GA, Omurca SI. A variant perspective to performance appraisal system: fuzzy c-means algorithm. *Int J Ind Eng.* 2014;21(3).
- [17] Nahid titkanlu H, Keramati A. Potential capabilities of Evidence Theory in development of 360 degree appraisal model. In: *2nd Management Tools and*

Techniques Conference. ; 2015. https://www.civilica.com/Paper-MANAGTOOLS02-MANAGTOOLS02_120.html.

- [18] Hamidi N, Akbari Shemiran R, Shirdel GH, Taleshi B. Proposing a non-additive, fuzzy-hybrid, multi-criteria decision making model for prioritizing and assessing suppliers(Azin Tane Company). *Manag Res Iran*. 2012;16(3)(59-81).
- [19] Arbaiy N, Suradi Z. Staff performance appraisal using fuzzy evaluation. *Artif Intell Innov 2007 from Theory to Appl*. 2007:195-203. doi:10.1007/978-0-387-74161-1_21.
- [20] Min-peng X, Xiao-hu Z, Xin D. Modeling of Engineering R&D Staff Performance Appraisal Model Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation. *Syst Eng Procedia*. 2012; 4:236-242. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.sepro.2011.11.071.
- [21] Afsar A, Rahmat Houshdar Mahjoub BM. Customer Credit Clustering for Presenting Appropriate Facilities. *Manag Res Iran*. 2013;17(4):1-24. http://mri.modares.ac.ir/article_2645.html.
- [22] Leung Y, Ji N-N, Ma J-H. An integrated information fusion approach based on the theory of evidence and group decision-making. *Inf Fusion*. 2013;14(4):410-422. doi:10.1016/j.inffus.2012.08.002.
- [23] Cobb BR, Shenoy PP. On the plausibility transformation method for translating belief function models to probability models. *Int J Approx Reason*. 2006;41(3):314-330. doi:10.1016/j.ijar.2005.06.008.
- [24] Smets P. Decision making in the TBM: The necessity of the pignistic transformation. *Int J Approx Reason*. 2005;38(2):133-147. doi:10.1016/j.ijar.2004.05.003.
- [25] Florea MC, Jusselme AL, Bossé É, Grenier D. Robust combination rules for evidence theory. *Inf Fusion*. 2009; 10(2):183-197. doi:10.1016/j.inffus.2008.08.007.
- [26] Ha-Duong M. Hierarchical fusion of expert opinions in the Transferable Belief Model, application to climate sensitivity. *Int J Approx Reason*. 2008;

49(3):555-574. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijar.2008.05.003>.

- [27] Lefèvre E, Elouedi Z. How to preserve the conflict as an alarm in the combination of belief functions? *Decis Support Syst.* 2013;56(1):326-333. doi:10.1016/j.dss.2013.06.012.