

به کارگیری تکنیک بهبود یافته تخصیص بدیهی (AD) با ترکیب دو حالت فازی و قطعی در انتخاب عرضه کنندگان زنجیره تأمین

حمید شاه‌بندرزاده^۱، احمد جعفرنژاد^۲، رامین رئیسی^۳

چکیده: به صورت غالب مسئله انتخاب تأمین کننده، از آنجاکه تصمیم گیرنده ناچار به ارزیابی توأمان تأمین کنندگان بر اساس معیارهای چندگانه و گاهی متعارض است، به شکل مسائل تصمیم گیری چندمعیاره (MADM) مورد توجه قرار می گیرد. یکی از محدودیت های تکنیک های MADM، در این است که این دسته از تکنیک ها برای انتخاب تأمین کننده، گزینه های موجود برای انتخاب را تنها با یکدیگر مقایسه می کنند و با اهداف و خواسته های مطلوب بنگاه مشتری در هر شاخص مورد مقایسه قرار نمی دهند. یکی از تکنیک های سودمند برای حل این کاستی، تکنیک تخصیص بدیهی AD است. صورت های مختلف تکنیک تخصیص بدیهی در این راستا ضعف هایی دارند، که در این مقاله کوشیده شده تا با اتخاذ صورت اصلاح شده ای از این تکنیک در دو حالت قطعی و فازی، پس از شناسایی شاخص های اصلی در انتخاب تأمین کننده، به حل مسئله انتخاب تأمین کننده برای زنجیره تأمین پردازیم. از آنجا که ارزیابی در هر شاخص نیازمند داده هایی هم به شکل دقیق و قطعی و هم به شکل فازی است، با استفاده از صورتی مختلط از تکنیک تخصیص بدیهی با هر دو نوع از داده های پیش گفته، به حل مسئله پرداخته شده است. در پایان نیز به منظور حصول اطمینان از سودمندی روش پیشنهادی به یک مطالعه موردی نیز اشاره خواهد شد و نتایج، با نتایج حاصل از روش تخصیص خطی (LAM) مقایسه می شوند.

واژه های کلیدی: انتخاب عرضه کننده، زنجیره تأمین، تکنیک تخصیص بدیهی، داده های دقیق و فازی.

۱. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، ایران

۲. استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران، ایران

۳. کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۰/۰۵/۰۲

نویسنده مسئول مقاله: حمید شاه‌بندرزاده

E-mail: shahbandarzadeh@pgu.ac.ir

مقدمه

انتخاب تأمین کننده، تأثیر قابل توجهی بر بهینه‌سازی کیفیت، کمیت، ارسال به‌موقع و قیمت کالاها و خدمات خریداری شده دارد [۱][۲]. به‌طور کلی می‌توان گفت که مسئله انتخاب تأمین کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) است [۳]؛ زیرا لازم است تأمین کنندگان را بر اساس بیش از یک شاخص یا معیار با یکدیگر مقایسه نمود [۴]. به‌عنوان مثال دیکسون [۵] ۲۳ معیار را برای انتخاب تأمین کننده و دمپسی [۶] ۱۸ معیار را معرفی می‌کنند.

در این مقاله کوشیده شده است تا پس از شناسایی شاخص‌های ارزیابی تأمین کنندگان در ادبیات موضوع، با استفاده از تکنیک AD به انتخاب بهترین تأمین کننده پردازیم. از طرفی مشخص است که در شرایط واقعی ارزیابی تأمین کننده با استفاده از اعداد دقیق و قطعی، در همه شاخص‌ها به دلیل ادراکات، قضاوت‌ها، بینش، و ترجیحات انسانی [۷] و نیز نبود اطلاعات دقیق و کامل همواره ممکن نیست و یکی از راهکارهای مناسب، ارزیابی باداده‌های فازی است. از این‌رو در این مقاله با استفاده هم‌زمان از تکنیک تخصیص‌بدیهی دقیق (AD) و فازی (FAD) به انتخاب عرضه‌کنندگان زنجیره‌تأمین خواهیم پرداخت. در عین حال این تکنیک در حالت فازی ضعف‌هایی دارد که در این مطالعه مورد بررسی و اصلاح قرار گرفته‌اند.

مرور ادبیات موضوع

انتخاب تأمین کننده: از آنجا که فعالیت‌های تأمین کننده به‌طور مستقیم بر محصول نهایی اثرگذار است، انتخاب تأمین کننده یکی از مهم‌ترین تصمیمات استراتژیک در مدیریت زنجیره‌تأمین محسوب می‌شود و بازتاب این اهمیت در حجم وسیعی از مطالعات پژوهشگران در این موضوع نمایان شده است. برای مرور جامعی بر ادبیات مرتبط با مسئله انتخاب تأمین کننده، مطالعه مقاله هو و همکاران [۹] به خواننده پیشنهاد می‌شود.

تکنیک تخصیص‌بدیهی AD: تکنیک AD که برای اولین بار توسط سا [۱۰] معرفی شد، برای ایجاد یک بنیان علمی و سیستماتیک که به فرآیند طراحی ساختار می‌بخشد، در اختیار مهندسان قرار گرفت [۱۲].

وجود تخصیص‌های بدیهی مهم‌ترین پایه و اساس روش AD را تشکیل می‌دهد. دو تخصیص‌بدیهی معروف وجود دارند که عبارتند از "بدیهی مستقل"^۳ و "بدیهی اطلاعاتی"^۱ (در

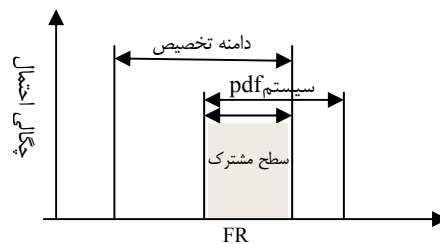
-
1. Multi attribute decision making
 2. Fuzzy Axiomatic Design
 3. Independent Axiom

این جا منظور از بدیهی آن قسمتی است که ملزم الاجراست یا به عبارتی خواسته‌هایی که به‌طور بدیهی باید در گزینه‌ها وجود داشته باشند). بدیهی مستقل ضامن حفظ نیازهای وظیفه‌ای (FR^۲) است [۱۰]. نیازهای وظیفه‌ای یا FRها به‌عنوان حداقل نیازهای مستقلی هستند که اهداف طرح را بیان می‌کنند. بدیهی اطلاعاتی تضمین می‌کند که درمیان آن دسته از طرح‌هایی که بدیهی مستقل را برآورده می‌کنند، طرحی که کمترین محتوای اطلاعاتی^۳ را دارد، بهترین طرح است [۱۸]. اطلاعات که از جهت محتوای اطلاعاتی تعریف می‌شوند و با I_i نمایش داده می‌شوند، به ساده‌ترین بیان احتمال بر آورده‌سازی FRهای داده شده را نشان می‌دهند و طرحی که بالاترین احتمال موفقیت باشد را دارد، به‌عنوان بهترین طرح معرفی می‌کند [۱۹].

در تعریف تکنیک AD با ادبیات علم تصمیم‌گیری می‌توان به‌طور ساده بیان کرد که در این تکنیک یک سری خواسته‌های تصمیم‌گیرنده از گزینه‌های مورد ارزیابی در غالب FRها تعریف شده و هر گزینه که با احتمال بالاتری در هر شاخص این FRها را برآورده سازد، گزینه برتر محسوب می‌شود. به‌منظور محاسبه این احتمال باید در ابتدا برای هر گزینه یک محتوای اطلاعاتی I_i به‌صورت رابطه (۱) محاسبه نمود:

$$I_i = \log_2 \frac{1}{(p_i)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه p_i احتمال دستیابی به FR_i است. در هر شرایط تخصیص، امکان موفقیت به-وسیله آنچه که طراح (تصمیم‌گیرنده) از لحاظ تلورانس (که دامنه تخصیص است) می‌خواهد و آنچه که سیستم (گزینه) قادر به ارائه آن است (که دامنه سیستم است)، تعیین می‌شود [۲۰]. همانطور که در نمودار ۱ [۱۱] نیز نشان داده شده، ناحیه‌ای که جواب موجه در آن وجود دارد، مربوط به روی هم افتادگی دامنه تخصیص و دامنه سیستم است.



نمودار ۱. دامنه تخصیص، دامنه سیستم، دامنه مشترک، و تابع چگالی احتمال یک FR [۱۱]

1. Information Axiom
2. Functional Requirements
3. Information Content

از این رو در مواردی که تابع توزیع احتمال یکنواخت وجود دارد (مانند نمودار بالا)، p_i را می-توان به شکل رابطه (۲) محاسبه نمود:

$$P_i = (\text{دامنه سیستم} / \text{دامنه مشترک}) \quad \text{رابطه (۲)}$$

و از ترکیب این رابطه با رابطه (۱) می توان به رابطه (۳) رسید:

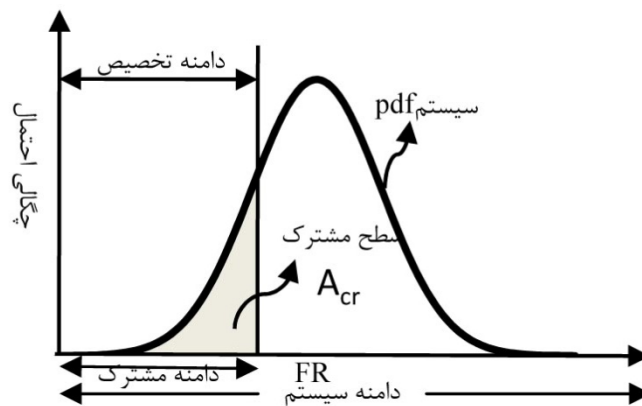
$$I_i = \log_2 (\text{دامنه مشترک} / \text{دامنه سیستم}) \quad \text{رابطه (۳)}$$

اما اگر FR_i یک متغیر تصادفی پیوسته باشد، آنگاه احتمال دستیابی به FR_i در دامنه تخصیص به صورت رابطه (۴) محاسبه می شود:

$$p_i = \int_{dr_i}^{dr_i'} p_s(FR_i) dFR_i \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه $p_s(FR_i)$ تابع چگالی احتمال (pdf) برای FR_i است. رابطه (۴) احتمال موفقیت را از طریق تلفیق pdf سیستم با کل دامنه تخصیص محاسبه می کند. در تصویر ۲ [۱۱] مساحت دامنه مشترک (A_{cr}) برابر با احتمال موفقیت p_i است [۱۰]. از این رو محتوای اطلاعاتی برابر خواهد بود با:

$$I_i = \log_2 \left(\frac{1}{A_{cr}} \right) \quad (۵)$$

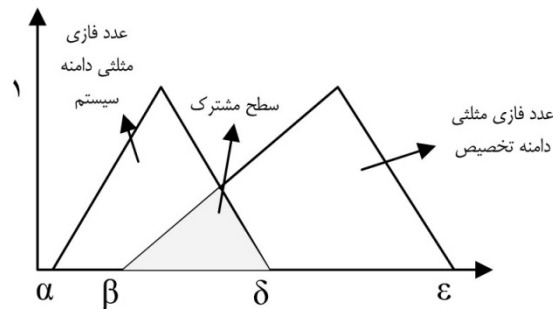


نمودار ۲. دامنه تخصیص، دامنه سیستم، دامنه مشترک و pdf یک FR، یک متغیر تصادفی پیوسته [۱۱]

تکنیک تخصیص بدیهی فازی FAD: تکنیک تخصیص بدیهی فازی FAD نیز برای اولین بار توسط کولاک و کاهرامان [۱۱] در سال ۲۰۰۵ مطرح شد و بدیهی اطلاعاتی در آن برای مسائل تصمیم‌گیری فازی به کار گرفته می‌شود. تفاوت عمده میان بدیهی اطلاعاتی مرسوم و بدیهی اطلاعاتی فازی این است که محتوای اطلاعاتی فازی از اعداد فازی استفاده می‌کند [۱۲]. در واقع زمانی که FRها کاملاً دقیق و به‌طور کامل شناخته شده نباشند، تا بتوان آنها را با استفاده از داده‌های عددی بیان نمود و یا زمانی که بیشتر مقادیرها کیفی باشند، بهترین راه، استفاده از متغیرهای کلامی و اعداد فازی متناظر با آنها است. علاوه بر این، روش AD ساده که در بالا توضیح داده شد، می‌توان به‌عنوان راه‌حل تصمیم‌گیری‌هایی به کار برد، که در آنها اطلاعات موجود، برای مدلسازی به‌وسیله تئوری احتمال مناسب باشند [۱۳]. از این رو FRها را باید برای هر معیار به‌وسیله‌ی اعداد فازی مثلی یا ذونقه‌ای تعریف کرد سپس هر گزینه را با توجه به FR هر معیار با استفاده از اعداد فازی مورد ارزیابی قرار داد [۲۱].

این مقاله از اعداد فازی مثلی استفاده می‌کند، که می‌توان آنها را به‌صورت سه زوجی‌های $\tilde{N} = (n_1, n_2, n_3)$ متشکل از اعداد معمولی به‌صورت $n_1 < n_2 < n_3$ نشان داد. بنابراین دامنه مشترک، چنان که در تصویر ۳ [۲۱] نیز مشخص است، حاصل تقاطع دامنه تصمیم مربوط به معیار و دامنه سیستم مربوط به گزینه است. پس محتوای اطلاعاتی برابر خواهد بود با:

$$I_i = \log_2 (\text{دامنه مشترک} / \text{عدد فازی دامنه سیستم}) \quad \text{رابطه (۷)}$$



نمودار ۳. سطح مشترک دامنه سیستم و تخصیص [۳۳]

تکنیک تخصیص بدیهی موزون: پس از محاسبه I_i ها به یکی از دو طریق پیش‌گفته AD و FAD (بر اساس نیاز در هر معیار)، می‌توان با تأثیردهی وزن معیارها و با استفاده از رابطه (۸) تکنیک را به‌صورت مختلط به کار برد:

$$I_{ij} = \begin{cases} \left[\log_2 \frac{1}{p_{ij}} \right]^{w_j}, & 0 \leq I_{ij} < 1 \\ \left[\log_2 \frac{1}{p_{ij}} \right]^{w_j}, & I_{ij} > 1 \\ w_j, & I_{ij} = 1 \end{cases} \quad \text{(رابطه ۸)}$$

پس از محاسبه نهایی I_i ها با استفاده از رابطه بالا، باید در هر گزینه مجموع؛ یعنی $\sum_{i=1}^n I_i$ را محاسبه کرده و کمترین مقدار را به عنوان مناسب ترین گزینه در نظر بگیریم.

معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان: برای ارزیابی تأمین کنندگان شاخص های زیاد و متنوعی در ادبیات موضوع معرفی شده اند. فائز و همکاران [۸] شاخص های هزینه، ارسال و کیفیت را مورد استفاده قرار داده و برای آن ها هشت زیرشاخص را نیز ارائه می کنند. دیکسون [۵] ۲۳ معیار مختلف را برای ارزیابی تأمین کنندگان در نظر می گیرد که برخی از آنها شامل کیفیت، ارسال، تاریخچه عملکرد، ضمانت ها، قیمت، قابلیت های تکنولوژیک، و موقعیت مالی هستند. لین و همکاران [۳] نیز معیارهای قابلیت های مدیریت ارسال به موقع، قابلیت های مدیریت کیفیت، قابلیت های سرویس دهی یکپارچه، و قیمت را چهار معیار اصلی برای ارزیابی تأمین کننده دانسته و نیز ۱۴ زیر معیار را برای آن ها در نظر می گیرند. به عنوان جامع ترین مطالعه در زمینه شناسایی کل معیارهای شناخته شده برای ارزیابی تأمین کنندگان در ادبیات موضوع، می توان به مقاله هو و همکاران [۹] رجوع کرد. آنها به طور کل ۱۴ معیار اصلی را برای ارزیابی تأمین کنندگان برشمرده و شمار استفاده از این معیارها در مقاله های مختلف را بررسی می کنند که در این میان کیفیت، ارسال و قیمت یا هزینه پرکاربردترین معیارها شناخته می شوند.

در واقع می توان گفت، به طور سنتی معیارهای هزینه، کیفیت، ارسال و انعطاف پذیری مهم ترین معیارهای ارزیابی تأمین کننده شناخته می شوند [۱۴] [۱۵] [۱۶]. این مقاله براساس مطالعه ی موردی مورد بررسی معیارهای "هزینه"، "میانگین تأخیر در ارسال"، "کیفیت"، "طول مدت ضمانت"، "سطح تکنولوژی" و "انعطاف پذیری" را به عنوان معیارهای ارزیابی در نظر می گیرد. واضح است که معیارهای "میانگین تأخیر در ارسال" و "طول مدت ضمانت" صورت کمی شده دو معیار پیش گفته "ارسال" و "ضمانت" هستند.

روش پژوهش

چنانچه پیش تر نیز گفته شد، این مقاله درصدد است تا با استفاده هم‌زمان از تکنیک تخصیص-بدیهی (AD) دقیق و فازی، بر اساس خواست‌های سازمان مشتری و عملکرد هر گزینه در شاخص‌های مربوط، به انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کننده برای زنجیره تأمین پردازد. تکنیک AD بر خلاف تکنیک‌های MADM مورد استفاده در انتخاب تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین، صرفاً به مقایسه‌ی گزینه‌ها با یکدیگر نمی‌پردازد، بلکه گزینه‌ها با خواست سازمان تصمیم‌گیرنده نیز مقایسه شده و هرچه این خواست‌ها را بهتر برآورده سازند شانس بیشتری برای انتخاب دارند. این قابلیت، این تکنیک را، با وجود اینکه تا کنون در انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده نشده است، به گزینه‌ای مناسب برای تصمیم‌گیری در این زمینه تبدیل می‌کند.

از طرفی فضای ارزیابی همواره فضایی با اطلاعات کامل و در دسترس نبوده، و بی‌تأثیر از ادراکات و بینش‌های تصمیم‌گیرندگان نیست [۷] و یک راه مناسب برای مقابله با این ابهام در داده‌ها، استفاده از متغیرهای کلامی و اعداد فازی متناسب با آنهاست. در عین حال ارزیابی برای برخی از معیارها نیز با متغیرهای کلامی ممکن نیست و داده‌های قطعی و دقیق برای ارزیابی آنها مورد نیاز است. به‌عنوان نمونه نمی‌توان در جواب این سؤال که "به دنبال چه هزینه‌ای برای تأمین‌کننده هستید؟" پاسخ گفت "هزینه پایین" چراکه پایین بودن هزینه به هیچ وجه ملموس نبوده و در ذهن هر شخص معنایی خاص به خود می‌گیرد؛ بنابراین بهترین حالت این است که به‌عنوان مثال گفته شود حداکثر تا ۱۴ میلیون تومان.

از این رو نمی‌توان با یک نوع از داده‌های فوق به حل مسئله پرداخت و نیاز است تا با ترکیبی از هر دو نوع داده به ارزیابی تأمین‌کنندگان پردازیم. بنابراین در این مقاله هم‌زمان از تکنیک تخصیص بدیهی (AD) دقیق، و رویکرد نادقیق (فازی)، استفاده می‌شود. هر چند این تکنیک در حالت فازی از یک نقص عمده برخوردار است که به‌عنوان یکی از نوآوری‌های این مطالعه در پی رفع این نقص هستیم.

نقص تکنیک FAD: با کمی توجه به تصویر ۳ مربوط به تکنیک FAD می‌توان به این نقص واضح پی برد. در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره عموماً معیارها یا شاخص‌ها در دو دسته منفعت و زیان قابل تفکیک هستند. معیارهایی مانند کیفیت، طول مدت ضمانت، سطح تکنولوژی، و انعطاف‌پذیری را معیارهای منفعتی و معیارهای هزینه و میانگین تأخیر در ارسال را زیانی می‌دانیم. آنچه مسلم است در معیارهای منفعتی به هر میزان عملکرد گزینه‌ها از سطح بالاتری برخوردار باشد، مطلوبیت بیشتری را برای تصمیم‌گیرنده فراهم می‌کند و عکس این موضوع نیز

برای معیارهای زیان صادق است. به عنوان مثال فرض کنید که در معیار کیفیت برای سازمان سطح متوسط (طبق متغیرهای کلامی و اعداد فازی متناظر با آن‌ها در تصویر ۷) کفایت می‌کند و FR سازمان در این معیار با متغیر کلامی "متوسط" تعیین شود. اما این هرگز بدین معنا نیست که سطوح بالاتر یعنی "خیلی خوب" بودن یا "عالی" بودن گزینه‌ها در این معیار برخلاف تمایل سازمان است، و از آنجا که معیار کیفیت در دسته معیارهای منفعت قرار می‌گیرد بالاتر بودن سطح عملکرد گزینه‌ها در این معیارها قطعاً به سود سازمان خواهد بود. این در حالی است که با کمی تأمل می‌توان دریافت که عدد مثلثی متناظر با متغیر کلامی "خیلی خوب" و "عالی" (طبق تصویر ۷)، با "متوسط" هیچ سطح مشترکی با یکدیگر ندارند. این اتفاق تعبیر خوبی در تکنیک FAD نخواهد داشت؛ در این صورت "دامنه مشترک" در رابطه ۷ برابر با صفر و حاصل نهایی رابطه ۷ مقدار بی‌نهایت خواهد بود که به طور کل گزینه مرتبط را با وجود عملکرد بسیار مثبت آن از فرآیند مقایسه و رقابت با سایر گزینه‌ها خارج می‌سازد. این موضوع را برای معیارهای زیان نیز به راحتی می‌توان نشان داد.

به منظور رفع این ضعف در ادامه به تفصیل به راه‌حل ارائه شده توسط این پژوهش خواهیم

پرداخت.

روش پژوهش در رفع نقص FAD: اعداد فازی زیر را در نظر بگیرید:

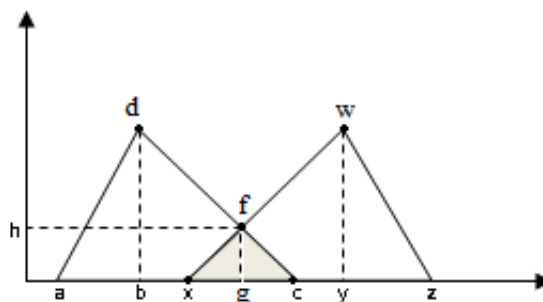
$$\tilde{D} = (x, y, z)$$

$$\tilde{S} = (a, b, c)$$

$$\tilde{B} = (d, e, f)$$

$$\tilde{W} = (g, h, i)$$

اکنون حالتی را در نظر بگیرید که مثل نمودار ۴، $\tilde{S} < \tilde{D}$ باشد.



نمودار ۴. بررسی سطح مشترک

با توجه به تصویر ۴ در این حالت سطح مشترک برابر خواهد بود با مساحت مثلث Δxcf که به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$S_{xcf} = \frac{\overline{xc} \times h}{2} = \frac{(c-x) \times h}{2} \quad \text{رابطه ۹}$$

به منظور دستیابی به مقدار h در این رابطه باید مختصات نقطه $f(g, h)$ را به دست آوریم. از آنجا که این نقطه بر روی دو خط cd و xw قرار گرفته است، می‌توان با مساوی قرار دادن معادله این دو خط نقطه g را به دست آورد. از آنجا که دو نقطه از هر کدام از این دو خط در دسترس است، می‌توان معادله دو خط را به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\overline{dc}: h = \frac{g-c}{b-c} \quad \text{رابطه ۱۰}$$

$$\overline{wx}: h = \frac{g-x}{y-x} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

با مساوی قرار دادن این دو معادله خط برای h خواهیم داشت:

$$h = \frac{c-x}{y-x-b+c} \quad \text{رابطه ۱۲}$$

و از این رو برای محاسبه سطح مشترک خواهیم داشت:

$$S_{xcf} = \frac{(c-x)^2}{2(y-x-b+c)} \quad \text{رابطه ۱۳}$$

و از طرفی برای عدد فازی دامنه سیستم داریم:

$$S_{adc} = \frac{\overline{ac} \times 1}{2} = \frac{c-a}{2} \quad \text{رابطه ۱۴}$$

و در نهایت با جاگذاری در رابطه ۷ مربوط به محاسبه محتوای اطلاعاتی خواهیم داشت:

$$I = \log_2 \left(\frac{(c-a)(c-b) + (c-a)(y-x)}{(c-x)^2} \right) \quad \text{رابطه ۱۵}$$

همچنین به راحتی و با طی مراحل بالا می توان نشان داد، برای حالت $\tilde{S} > \tilde{D}$ محتوای اطلاعاتی با رابطه ۱۶ محاسبه می شود:

$$I = \log_2 \left(\frac{(c-a)(z-y) + (c-a)(b-a)}{(z-a)^2} \right) \quad (۱۶)$$

حال برای رفع نقص رابطه های ۱۵ و ۱۶، (که در بخش پیشین توضیح داده شد) تنها باید عدد فازی مثلثی مربوط به درخواست تصمیم گیرنده را به ترتیب زیر به عدد فازی ذوزنقه ای تبدیل کنیم.

برای معیارهای منفعت: استدلال روش پیشنهادی در این است که اگر به گونه ای تصویر ۵ را به شکل تصویر ۶ تغییر دهیم، مشکل حل می شود. در این تصویر خواست تصمیم گیرنده را به گونه ای که تمام حالت های بهتر را در نظر می گیرد، تنها با تغییر عدد مثلثی $\tilde{D} = (x, y, z)$ به عدد ذوزنقه ای $\tilde{D} = (x, y, e, f)$ تعمیم داده ایم.

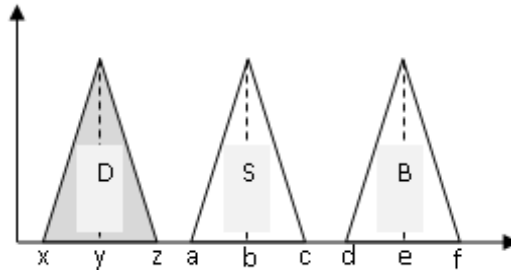
نکته مهمی که در این جا باید مورد تأمل قرار گیرد این است که با تغییر رابطه های ۱۵ و ۱۶ تنها بر اساس این استدلال مشکلی به وجود می آید و آن اینکه برای تمامی حالات مساوی، بهتر و یا خیلی بهتر از خواست تصمیم گیرنده مقدار I همواره برابر با مقدار مساوی صفر می شود و این موضوع، برتری مثلاً حالت "عالی" نسبت به "بسیار خوب" را نشان نمی دهد بدین منظور باید I را به صورت زیر محاسبه کنیم:

$$I = \begin{cases} \log_2 \left(\frac{(c-a)(c-b) + (c-a)(y-x)}{(c-x)^2} \right) & \text{if } a < x \\ 0 & \text{if } \tilde{S} = \tilde{D} \\ -\log_2 \left(\frac{\text{سطح مشترک} + b - y - z + a}{2} \right) & \text{if } z < c \end{cases} \quad \text{رابطه ۱۷}$$

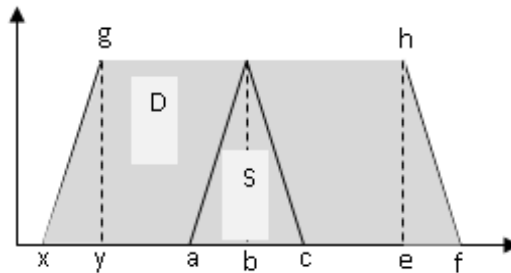
گفتنی است که در رابطه بالا منظور از سطح مشترک، سطح مشترک عدد مثلثی خواست تصمیم گیرنده با عدد مثلثی عملکرد گزینه است که توسط رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\text{سطح مشترک} = h \times (z - a) = (z - a)^2 / (b - a - y + z) \quad \text{رابطه ۱۸}$$

بدیهی است که در زمان عدم اشتراک، مانند نمودار ۵، این مقدار صفر است.



نمودار ۵. رابطه خواست تصمیم گیرنده و عملکرد گزینه در حالت تکنیک تخصیص بدیهی سنتی



نمودار ۶. رابطه خواست تصمیم گیرنده و عملکرد گزینه در حالت تکنیک تخصیص بدیهی بهبود یافته

در رابطه ۱۷، دو قسمت اول یعنی شرط یک و دو پیش تر مورد بحث قرار گرفته اند و تنها باید شرط سوم، یعنی $z < c$ را توضیح دهیم.

زمانی که عدد مثلثی عملکرد گزینه بالاتر از خواست تصمیم گیرنده قرار می گیرد، باید رابطه را به گونه ای پیش برد که توأمان با افزایش این عدد، شانس گزینه را در معیار مربوطه افزایش دهیم. از طرفی در تکنیک AD هرچه I مقدار پایین تری داشته باشد، بهتر است. بنابراین، تا جایی که عملکرد گزینه کاملاً مشابه خواست تصمیم گیرنده است، این مقدار I صفر بوده و از آن پس با بهبود هرچه بیشتر، این مقدار به سمت منفی تر باید گرایش پیدا کند. بدین منظور از حاصل تفریق لگاریتم کل مساحت ذوذنقه شامل آغاز عدد مثلثی خواست تصمیم گیرنده تا پایان عدد مثلثی عملکرد گزینه یعنی مساحت ذوذنقه xg/hf از مجموع مساحت عدد مثلثی خواست تصمیم گیرنده و عدد مثلثی عملکرد گزینه، استفاده می کنیم. واضح است که در حالت وجود

اشتراک میان این دو مثلث، اشتراک آنها در فرمول به میزان دوبرابر از کل مساحت ذوذنقه کسر می‌شود که با افزودن نصف این سطح مشترک به رابطه این مسئله حل شده است. مراحل فوق تا دستیابی به قسمت سوم رابطه ۱۷ بشکل زیر صورت پذیرفته‌اند:

$$I = -\log(S_{xghf} - (S_{xgz} + S_{ahc} + \text{سطح مشترک}/2)) \quad \text{if } z < c$$

که پس از جاگذاری صورت ساده شده در رابطه ۱۷ آورده شده است. برای معیارهای زیان: با استفاده از تمامی استدلال‌های بالا برای معیارهای زیان می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$I = \begin{cases} \log_2 \left(\frac{(c-a)(z-y) + (c-a)(b-a)}{(z-a)^2} \right) & \text{if } z < c \\ 0 & \text{if } \tilde{S} = \tilde{D} \\ -\log_2 \left(\frac{\text{سطح مشترک}}{2} \right) & \text{if } a < x \end{cases} \quad (\text{رابطه ۱۹})$$

که در آن سطح مشترک با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود

$$\text{سطح مشترک} = h \times (c-x) = (c-x)^2 / (y-x-b+c) \quad (\text{رابطه ۲۰})$$

از آنجا که حاصل I از قسمت سوم رابطه‌های بالا مقداری منفی است، برای موزون کردن آن نمی‌توان از رابطه ۸ استفاده کرد. بدین منظور بدون در نظر گرفتن علامت منفی با توجه به رابطه ۸، I را موزون کرده و در پایان پس از موزون شدن علامت منفی را بازمی‌گردانیم.

آزمون عددی

به‌منظور نمایش کارایی و سودمندی روش پیشنهادی در یک مثال عددی، از یک مطالعه موردی استفاده شده‌است. مطالعه موردی این مقاله مربوط به یک شرکت بسته‌بندی در شهر شیراز است که بسته‌بندی‌های متنوعی را از نوع کاغذی، پلاستیکی، فلزی و شیشه‌ای تولید کرده و تولیدات خاص خود را در اختیار چند شرکت که به‌طور ثابت با این شرکت همکاری دارند، قرار می‌دهد. همچنین به‌طور موقعیتی پاسخگوی سفارش‌های غیر دائمی و مقطعی دیگری نیز است. از طرفی شرکت برای تهیه مواد اولیه شیشه، پلاستیک، چسب، مقوا، ورق فلزی و دیگر اقلام مصرفی، با

دسته‌ای از تأمین کنندگان قراردادهای بلندمدت عقد کرده و همکاری می‌کند. البته تمام بسته-بندی‌ها در شرکت انجام نمی‌شوند و بخشی از آنها به شکل برون‌سپاری به دیگر شرکای زنجیره واگذار می‌گردند.

به تازگی این شرکت با یک شرکت عرضه‌کننده زعفران قرارداد بلندمدت بسته است. سفارش این شرکت در قالب ۴ نوع بسته‌بندی برای حجم‌های متنوع زعفران ارائه شده است. در میان این سفارش‌ها، سفارشی مربوط به تولید ظرف‌های مدور پلاستیک فشرده شفاف با مشخصات ابعادی تعیین شده، وجود دارد که شرکت به دلیل عدم دسترسی به مواد این سفارش، تصمیم به انتخاب تأمین‌کننده مناسبی دارد که از لحاظ معیارهای پیش‌گفته در بخش ۲ این مقاله در بهترین وضعیت باشد.

پس از جستجو در بازارهای در دسترس، این شرکت به ۴ گزینه نهایی می‌رسد و تصمیم دارد از میان این چهار گزینه بهترین گزینه را برگزیند. این چهار تأمین‌کننده را به صورت "ت۱"، "ت۲"، "ت۳" و "ت۴" نشان می‌دهیم.

به منظور بهینه‌سازی این انتخاب با استفاده از تکنیک مختلط فازی و ساده تخصیص بدیهی، پس از توافق با تصمیم‌گیرندگان این شرکت، برای ارزیابی تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای "هزینه (۱)"، "میانگین تأخیر در ارسال (۲)"، "کیفیت (۳)"، "طول مدت ضمانت (۴)"، "سطح تکنولوژی (۵)" و "انعطاف‌پذیری (۶)"، با استفاده از روش دلفی وزن‌های معیارها به شکل زیر استخراج شدند:

$$W = (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6) = (0.23, 0.22, 0.19, 0.12, 0.13, 0.11)$$

سپس برای تعیین FRها از تصمیم‌گیرندگان شرکت خواسته شد، تا برای معیارهای (۱)، (۲) و (۴) به شکل عددی و در بازه مشخصی حداقل یا حداکثر انتظارات خود را در هر معیار بیان کنند. برای سایر معیارها، یعنی معیارهای (۳)، (۵) و (۶) نیز که غیرملموس‌تر و مبهم به نظر می‌رسیدند، از آنها خواسته شد سطح انتظارات خود را در هر کدام از این معیارها با استفاده از یکی از متغیرهای کلامی "ضعیف"، "متوسط"، "خوب"، "خیلی خوب" و "عالی" بیان کنند. شکل مثلی متناظر با هر کدام از این متغیرهای کلامی در تصویر ۷ نشان داده شده است.

در نهایت FRها به صورت زیر برای هر معیار معرفی شدند:

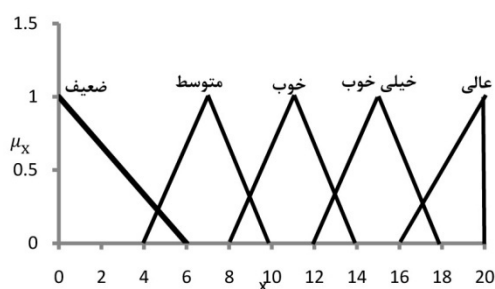
FR₁: هزینه قرارداد باید حداکثر ۱۸ میلیون تومان باشد

FR₂: میانگین تأخیر در ارسال باید حداکثر ۹ روز باشد

FR₃: کیفیت باید در سطح عالی باشد

FR₄: طول مدت ضمانت باید حداقل ۴ ماه باشد.

FR₅: سطح تکنولوژی شرکت تأمین کننده باید حداقل خوب باشد.
 FR₆: انعطاف پذیری شرکت تأمین کننده باید حداقل در سطح متوسط باشد.



تصویر ۷. متغیرهای کلامی و اعداد فازی مثلثی متناظر با آنها

پس از تعیین FRها، از تصمیم‌گیرندگان خواسته شد با توجه به کاتالوگ، اطلاعات، پیشینه و وضعیت عملکرد گذشته گزینه‌ها هر کدام را در معیارها مورد ارزیابی قرار دهند. نتیجه نهایی به شکل جدول ۱ ارائه شد. در اینجا تابع توزیع احتمال را به صورت یکنواخت در نظر گرفته‌ایم.

جدول ۱. ارزیابی تأمین کنندگان در هر معیار

گزینه‌ها	۱ م (به میلیون تومان)	۲ م (به روز)	۳ م	۴ م (به ماه)	۵ م	۶ م
۱ ت	(۱۷-۱۹)	(۷-۱۲)	عالی	(۴-۸)	خیلی خوب	متوسط
۲ ت	(۱۶-۱۸)	(۸-۱۱)	خیلی خوب	(۶-۹)	عالی	خوب
۳ ت	(۱۷-۲۱)	(۶-۹)	خیلی خوب	(۲-۵)	متوسط	عالی
۴ ت	(۱۶/۵-۲۰)	(۸-۱۰)	عالی	(۷-۱۱)	خوب	ضعیف

اکنون با استفاده از این داده‌ها می‌توان محتوای اطلاعاتی I_i برای هر FR در هر گزینه را با استفاده از رابطه‌های (۳)، (۸)، (۱۷) و (۱۹) محاسبه نمود.
 نتایج این محاسبات در جدول ۲ آمده‌است:

جدول ۲. محتوای اطلاعاتی موزون تأمین کنندگان در معیارها و انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کننده

	۱م	۲م	۳م	۴م	۵م	۶م	
۱ت	۰.۲۳	۱.۰۶	۰.۰۰	۰.۰۰	-۰.۰۰۱۲	۰.۰۰	۱.۲۹
۲ت	۰.۰۰	۱.۱۱	۱.۲۶	-۰.۰۸	-۱.۱۲	-۰.۰۰۰۳	۱.۱۷*
۳ت	۱.۱۷	۰.۰۰	۱.۲۶	۱.۱۱	۱.۱۶	-۱.۱۴	۳.۵۶
۴ت	۱.۰۵	۱.۰۰	۰.۰۰	-۰.۱۷	۰.۰۰	۱.۱۶	۳.۰۴

همان‌طور که دیده می‌شود، براساس نتایج تکنیک AD به کاررفته تأمین‌کننده دوم، که پایین‌ترین مقدار مجموع محتوای اطلاعاتی را دارد، مناسب‌ترین گزینه بوده و باید برای مذاکرات نهایی انتخاب شود. نتایج از حل مسئله بالا با استفاده از روش تخصیص خطی (LAM)، که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری است که بر بنیان اصول بدیهی روش تسلط قرار گرفته است، به‌طور کامل مشابه نتایج روش پیشنهادی بوده و سنجش مناسبی برای عملکرد تکنیک محسوب می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب تأمین‌کنندگان زنجیره‌تأمین از دیرباز از مهم‌ترین مسائل پیش‌روی تصمیم‌گیرندگان و مدیران زنجیره‌تأمین محسوب می‌شده و کیفیت این انتخاب به‌طور مستقیم در خروجی‌های کل زنجیره دخیل است. از آنجایی که معیارهای متعدد و متعارضی در این فرآیند دخیل هستند، این مسئله به‌صورت متداول در غالب مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره بررسی می‌شود. در این مقاله کوشیده شد با استفاده از تکنیک AD، محدودیت موجود در تکنیک‌های MADM به کار رفته در مسائل انتخاب عرضه‌کنندگان زنجیره‌تأمین، برطرف شود. زیرا این تکنیک بر خلاف روش‌های گذشته تنها به مقایسه گزینه‌ها با یکدیگر بسنده نمی‌کند و گزینه‌ها با خواست‌های سازمان مشتری نیز قیاس قرار می‌شوند. این مقاله به‌منظور ارزیابی مناسب گزینه‌ها در هر دو نوع از معیارهای کمی و کیفی، از داده‌های دقیق و فازی به‌صورت هم‌زمان بهره می‌گیرد و به‌نظر می‌رسد که اولین مقاله در حیطه انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از تکنیک AD و نیز اولین مقاله در استفاده از صورت مختلطی از این تکنیک باشد. ضمن اینکه در این پژوهش ضمن شناسایی یکی از نواقص واضح این تکنیک در حالت فازی با اصلاح این نقص به ارائه شیوه بهبودیافته و کارآتری از تکنیک پرداخته‌ایم. تکنیک AD و FAD قابلیت‌های فراوانی دارند و در بسیاری از

دیگر حیطه‌های تصمیم‌گیری، مانند انتخاب مواد، طراحی محصول، ارزیابی عملکرد، انتخاب سیستم، انتخاب نرم‌افزار و غیره قابل اتخاذ است و پتانسیل استفاده از این تکنیک در این حیطه‌ها بسیار بالا است. به‌عنوان پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده در حوزه این تکنیک، می‌توان به تلفیق این تکنیک با دیگر تکنیک‌های MADM برای بهبود فرآیند وزن‌دهی پرداخت. همچنین می‌توان در مطالعه‌ای به مقایسه عملکرد این تکنیک با دیگر تکنیک‌ها در فضای تصمیم‌گیری پرداخت.

منابع

1. Dulmin R, Mininno V (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method, *Journal of Purchasing and Supply Management* 9: 177-187: 2003.
2. Sarkis J, Talluri S, Gunasekaran A (2007). A strategic model for agile virtual enterprise partner selection. *International Journal of Operations and Production Management* 27: 1213-1234.
3. Lin Ya-Ti, Lin Chia-Li, Yu Hsiao-Cheng, Tzeng Gwo-Hshiung (2010). A novel hybrid MCDM approach for outsourcing vendor selection: A case study for a semiconductor company in Taiwan, *Expert Systems with Applications* 37: 4796-4804.
4. Kumar M, Vrat P, Shankar R (2006). A fuzzy programming approach for vendor selection problem in a supply chain, *Int. J. Production Economics* 101: 273-285.
5. Dickson G.W (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions, *Journal of Purchasing* 2: 5-17.
6. Dempsey W.A (1978). Vendor selection and the buying process, *Industrial Marketing Management* 7: 257-267.
7. Chen L. Y, Wang T.-C (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR," *Int. J. Production Economics* 120 : 233-242.
8. Faez F, Ghodsypour S.H, O'Brien C (2009). Vendor selection and order allocation using an integrated fuzzy case-based reasoning and mathematical programming model. *Int. J. Production Economics* 121: 395-408.

9. Ho W, Xu X, Dey P. K (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review," *European Journal of Operational Research* 202: 16-24.
10. Suh N.P (1990). *The Principles of Design*, New York : Oxford University Press.
11. Kulak O, Kahraman C (2005). Multi-attribute comparison of advanced manufacturing systems using fuzzy vs. crisp axiomatic design approach, *Int. J. Production Economics* 95: 415-424.
12. Cebi S, Celik M, Kahraman C (2010). Structuring ship design project approval mechanism towards installation of operator–system interfaces via fuzzy axiomatic design principles," *Information Sciences* 180: 886-895.
13. Kulak O, Cebi S. Kahraman C (2010). Applications of axiomatic design principles: A literature review, *Expert Systems with Applications* 37: 6705-6717.
14. De Meyer A, Nakane J, Miller J.G, Ferdows K (1989). Flexibility: the next competitive battle–the manufacturing futures survey, *Strategic Management Journal* 10: 135-144.
15. Verma R, Pullman M.E (1998). An analysis of the supplier selection process, *Omega* 26 : 739-750.
16. Wu Ch, Barnes D (2010). Formulating partner selection criteria for agile supply chains: A Dempster–Shafer belief acceptability optimisation approach, *Int. J. Production Economics* 125: 284-293.
17. Kahraman C, Kaya I, Cebi S (2009). A comparative analysis for multiattribute selection among renewable energy alternatives using fuzzy axiomatic design and fuzzy analytic hierarchy process, *Energy* 34: 1603-1616.
18. Suh N. P (2001). *Axiomatic design; advanced applications*, New York : Oxford.
19. Kulak O, Kahraman C (2005). Fuzzy multi-attribute selection among transportation companies using axiomatic design and analytic hierarchy process, *Information Sciences* 170: 191-210.
20. Celik M, Kahraman C, Cebi S, Er I. D (2009). Fuzzy axiomatic design-based performance evaluation model for docking facilities in shipbuilding industry: The case of Turkish shipyards, *Expert Systems with Applications* 36: 599-615.

21. Celik M, Cebi S, Kahraman C, Er I. D (2009). Application of axiomatic design and TOPSIS methodologies under fuzzy environment for proposing competitive strategies on Turkish container ports in maritime transportation network. *Expert Systems with Applications* 36; 4541-4557.