گواهی ارائه مقاله

بدینوسیله گواهی می گردد مقاله با عنوان؛

طراحی زنجیره تأمین پایدار با استفاده از ابزار گسترش کارکرد کیفیت فازی و برنامه ریزی آرمانی

به نویسندگی

میلاد حیدری، سید میثم موسوی

در پنجمین کنگره مشترک سیستمهای فازی و هوشمند ایران که در تاریخ ۱۷ الی ۱۹ اسفند ۱۳۹۵ در دانشگاه آزاد اسلامی قزوین برگزار گردید، بطور شفاهی ارائه شد.

دکتر احمد فخاریان
دبیر علمی کنفرانس

دکتر محمد تشنه لب
رئیس انجمن سیستم های هوشمند ایران

دکتر رجبعلی برزویی
نماینده انجمن سیستم های فازی ایران

دکتر مرتضی موسی خانی
رئیس دانشگاه آزاد اسلامی قزوین
دبیر رئیس کنفرانس

طراحی زنجیره تأمین پایدار با استفاده از ابزار گسترش کارکرد کیفیت فازی و برنامه‌ریزی آرمانی

میلاد حیدری *[۱]، سید میثم موسوی [۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شاهد heidari.m@shahed.ac.ir

[۲]استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شاهدmousavi.sms@gmail.com

چکیده- طراحی زنجیره تأمین پایدار برای برنامه ریزی‌های شرکتها بسیار ضروری است. برای تسهیل این امر، گسترش کارکرد کیفیت ابزاری مفید می‌باشد. از این نظر که با توجه به عدم قطعیت موجود، به راحتی این امکان را در اختیار می‌گذارد تا به شیوه زبانی گزینه‌ها مطرح شوند و همینطور نیازهای مشتریان که در زنجیره تأمین پایدار، یک اصل می‌باشد نیز بدین گونه بیان شوند. در ادامه از روش ارتباط ارجحیت نسبی برای وزن دهی و حل خانه کیفیت به دلیل ساده سازی محاسبات فازی، بهره‌گیری شده و در فاز دوم مقادیر خروجی خانه کیفیت، وزنها و اهمیت الزامات طراحی می‌باشند. با سه تابع هدف هزینه اجرای این الزامات، زمان مورد نیاز برای اجرا و همینطور میزان رضایت مشتری در قالب برنامه ریزی آرمانی فازی بدست آورده و مقادیر نهایی مدل پیشنهادی این مقاله انتخاب یا عدم انتخاب الزامات می‌باشد. این موارد در قالب مطالعه موردی از ادبیات موضوع پیاده سازی شده است.

کلید واژه- ارتباط ارجحیت نسبی، برنامه ریزی آرمانی، گسترش کارکرد کیفیت، طراحی زنجیره تأمین پایدار، نظریه مجموعه های فازی،

۱- مقدمه

با توجه به اینکه زنجیره تأمین تنها مباحث هزینه‌ای و مالی را مدنظر داشت، مفهوم توسعه پایدار در اواخر دهه ۸۰ میلادی مطرح شد تا خلا زیست محیطی را در این حوزه پر کند؛بدین گونه عنوان شد که توسعه ای که نیازمندی های نسل امروز را بدون به خطر انداختن توانمندی های نسل‌های آینده بر طرف سازد[۱]. اما حدود ۱۵ سال بعد در سال ۲۰۰۲ نشست سران در مورد توسعه پایدار بیان شد که نه تنها می‌بایست تعادل فی مابین مزیتهای اقتصادی و زیست محیطی برقرار نمود، بلکه بعد و پایه سومی به نام توسعه اجتماعی مطرح گردید[۲].

نیازمندی‌های اجتماعی، مسائل اجتماعی مشتمل بر چهار زمینه اصلی کاهش تأثیرت تولید یا خدمات بر اجتماع، ایمنی و سلامت، روابط مستحکم و قوانین و مقررات و همین‌طور مواردی نظیر عدالت اجتماعی، حقوق انسانی، کودکان کار و قومیت را شامل می‌گردد. بدین منظور شرکتها در فعالیتهای خود شامل لجستیک، توسعه محصول، طراحی خدمات، انتخاب تأمین کننده، طراحی و توسعه محصول جدید و .. به دنبال پایداری می‌باشند[۳].

رویه‌های کلیدی پایداری شامل: استراتژی قیمت، بهینه سازی زنجیره تأمین، مدیریت موجودی، دقت پیش بینی، مدیریت چرخه عمر، مدیریت مشتریان می‌باشد. مشتریان نیز معیارهایی همانند کیفیت، ایمنی و تطابق زیست محیطی را برای خرید یا خدمات برمی‌گزینند و تمایل به پرداختی بالاتر برای محصولات پایدار دارند و مدیران می‌بایست به این تقاضای در حال تغییر مشتریان واکنش نشان دهند[۴].

یکی از ابزارهای دستیابی به پایداری، استفاده از گسترش کارکردهای کیفیت می‌باشد. از این جهت که هم نیازهای مشتریان را برای برآورده شدن مدنظر قرار می‌دهد و نیز راهی چگونگی رسیدن به آنها را براساس روش سیستماتیک با در نظر گرفتن جنبه‌های پایداری می‌توان در نظر داشت[۴] [۵].

لین و سنگ[۵] اولویتهای رقابتی را بدین گونه شرح می‌دهد: اهدافی که سازمان می‌بایست انجام داده، تا در رقابت باقی مانده و نیز سرآمد باشد همانند چرخه تحویل کوتاه، کیفیت ، تحویل به موقع، انعطاف پذیری، هزینه‌های پایین، نوآوری در محصول یا خدمات، مدیریت زیست محیطی، بازاریابی و.. .

مِنتزر [۶] مدیریت مواد، اطلاعات و جریان موجودی و همچنین هماهنگی میان شرکتها در طول زنجیره تأمین، در حالی که اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی با یکدیگر ترکیب شده و نتیجتا به نیازمندی های مشتریان و ذینفعان داخلی و خارجی بیانجامد را به عنوان مدیریت زنجیره تأمین پایدار عنوان کرد.

بنابراین ردپای مشتری و ارضای نیاز او در تمامی رده‌ها و سطوح زنجیره تأمین قابل مشاهده است. از این رو در تحقیق پیش رو از سبک‌ها و قالب‌بندی‌های مورد استفاده

گسترش کارکردهای کیفیت جهت در نظر گرفتن نیاز مشتری و در نتیجه افزایش رضایت او بهره‌گیری شده است.

بویوکوزکان[۷] خانه کیفیت استفاده شده در گسترش کارکرد کیفی را در آماده سازی اطلاعات درباره قضاوتهای شخصی در

قالب‌های چندگانه همچون کیفی و عددی در شرایطی که داده ناقص در ارزیابی‌ها وجود دارد، مورد بررسی قرار داده‌اند. همینطور در پژوهشهای[۸]- [۹]-[۱۰]-[۱۱] داده‌ها بوسیله تصمیم گیری گروهی به صورت قطعی به عنوان ورودی می‌باشد. اما از آنجا که در اکثر موارد مقداردهی به صورت داده‌ی قطعی امکان پذیر نیست، عبارات زبانی هم به دلیل شهودی و نیز ملموس بودن، می‌توان در ساخت خانه کیفیت از صدای مشتری و نظرات مشتریان که در اغلب موارد به صورت زبانی است، استفاده نمود و همینطور در برای محاسبه اوزان، با تبدیل این عبارات به مقدار متناظر عددی در قالب فازی مثلثی یا ذوزنقه‌ای استفاده نمود [۱۲] - [۱۳]- [۱۴] .

در بحث پایداری نیز مطالعات بسیاری انجام گرفته، هم از جنبه تصمیم گیری [۱۵] [۱۶] و هم از جنبه بهینه سازی که خود آن به چندین زیر بخش عمده مکان یابی و تخصیص یا مسیر یابی[۴] [۱۷]، طراحی شبکه [۱۸]- [۱۹]- [۲۰]یا انتخاب تأمین کننده [۲۱].

ترکیب دو موضوع پایداری در کنار گسترش کارکرد کیفی نیز در سالهای اخیر توجه بوده [۲۲]- [۱۴]- [۸]- [۷] و رویکردهای حل متفاوتی پیش گرفته شده؛ حل خانه کیفیت و بدست آوردن خروجی مشخصات مهندسی با استفاده از ابزارهای تصمیم‌گیری های چند معیاره [۹, ۱۲, ۱۴] . وَنگ[۲۳] نیز از روش ارتباط ارجحیت نسبی در رتبه دهی اعداد فازی و همینطور در وزن دهی مقادیر خانه کیفیت در قالب یک مطالعه موردی بهره گرفته و دلیل استفاده از این روش را سادگی در محاسبه اعداد فازی عنوان نموده است. از روشهای برنامه ریزی فاز ۲ ، برنامه ریزی چند هدفه [۲۴] و روش برنامه ریزی آرمانی [۱۲] [۲۲]بوده که مطالعات در قالب ترکیبی انگشت شمار بوده است.

در تحقیق پیش رو، مبنا بر روی خدمات لجستیکی پایدار معطوف بوده و توسط گرفتن نظر خبرگان با استفاده از واژه‌های زبانی در مورد نیازهای مشتریان، روشهای رفع این نیازهای نیز بازگوشده و در قالب گسترش کارکرد کیفیت مقادیر وارد شده و توسط روش ارتباط ارجحیت نسبی مقادیر به صورت فازی مثلثی مورد ارزیابی قرار گرفته و خروجی این مرحله یعنی اهمیت هر مشخصه مشتری وارد برنامه ریزی آرمانی با سه هدف: ۱) هزینه مشخصات در صورت اجرایی شدن ۲) رضایت مشتری با برآورده شده آن الزام خاص و ۳) زمان مورد نیاز برای اجرایی شدن مشخصات انتخابی. بنابراین هدف این تحقیق کمک بر ارائه روشی در تصمیم گیری بهتر در راستای اهداف پایداری و رضایت مشتری می‌باشد.

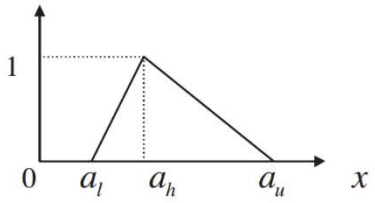
۲- تعاریف پیش نیازی

در این بخش تعاریف مورد نیاز مجموعه های فازی و اعداد فازی بیان می‌گردد [۲۵]:

تعریف ۲,۱. اگر U مجموعه مرجع باشد، مجموعه فازی A از U توسط تابع عضویت (۱) $\mu_A(x) \to [0,1]$ ، که $\mu_A(x), \forall x \in U$ نشان دهنده درجه x در A است.

تعریف ۲,۲. $\alpha-cut$ مجموعه فازی A، مجموعه قطعی (۲) $A_\alpha = \{x \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$ است.

تعریف ۲,۳. مجموعه فازی A از U نرمال است اگر $\sup_{x \in U} \mu_A(x) = 1$ و محدب است اگر $\mu_A(\lambda x + (1-\lambda) y \geq (\mu_A(x) \wedge \mu_A(y)),$



شکل ۱ عدد فازی مثلثی

تعریف ۲,۴. عدد فازی مثلثی A *نمایش داده شده* در شکل یک، توسط تابع عضویت μ_A بدین گونه تعریف می‌گردد:

$$\mu_A = \begin{cases} \dfrac{x - a_l}{a_h - a_l} & if\ a_l \leq x \leq a_h \\ \dfrac{a_l - x}{a_u - a_h} & if\ a_h \leq x \leq a_u \\ 0 & otherwise \end{cases} \qquad (۴)$$

که به صورت سه گانه (a_l, a_h, a_u) نمایش داده می‌شود.

تعریف ۲,۵. عملیات جبری. اگر دو عدد مثلثی $A = (a_l, a_h, a_u)$ و $B = (b_l, b_h, b_u)$ بدین صورت باشند، $\oplus$ جمع دو عدد فازی مثلثی طبق اصل گسترش به شکل زیر

$$A \oplus B = (a_l, a_h, a_u) \oplus (b_l, b_h, b_u) = (a_l + b_l, a_h + b_h, a_u + b_u) \qquad (۵)$$

۳- روش حل

۳-۱- ارتباط ارجحیت نسبی

روشی برای رتبه بندی و مقایسه اعداد فازی است[۲۳].

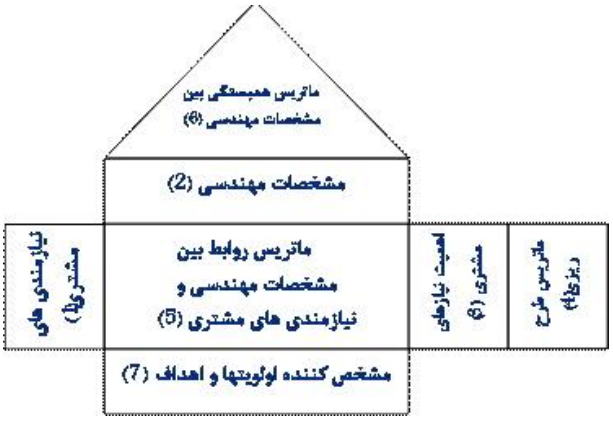
تعریف ۲,۶. A و B دو عدد فازی مثلثی $A = (a_l, a_h, a_u)$ و $B = (b_l, b_h, b_u)$. ارتباط ارجحیت فازی، یک زیر مجموعه فازی از

$\mathbb{R}*\mathbb{R}$ *با تابع عضویت* $\mu_A(A,B)$ نمایانگر درجه ارجحیت A بر B است و بدین گونه تعریف می‌گردد:

$$\mu_p(A,B)=\left(\frac{(a_l-b_u)+2(a_h-b_h)+(a_u-b_l)}{2\|T\|}+1\right), \quad (۶)$$

به گونه‌ای که

$$\|T\|=\begin{cases}\dfrac{(t_l^+-t_u^-)+2(t_h^+-t_h^-)+(t_u^+-t_l^-)}{2} & if\ t_l^+\geq t_u^-,\\ \dfrac{(t_l^+-t_u^-)+2(t_h^+-t_h^-)+(t_u^+-t_l^-)}{2}+2(t_u^+-t_l^-) & if\ t_l^+<t_u^-,\end{cases} \quad (۷)$$



شکل ۲خانه کیفیت

$$t_l^+=\max\{a_l-b_l\},t_h^+=\max\{a_h,b_h\},t_u^+=\max\{a_u,b_u\},$$
$$t_l^-=\min\{a_l,b_l\},t_h^-=\min\{a_h,b_h\},t_h^-=\min\{a_u,b_u\}, \quad (۸)$$

تعریف ۲،۶. $S=\{X_1,X_2,...,X_n\}$ مجموعه شامل n عدد فازی مثلثی، اگر $X_j=(x_{jl},x_{jh},x_{ju})\in S$ که $j=1,2,..,n$ ، طبق اصل گسترش $\overline{X}=\frac{1}{n}\otimes(X_1,X_2,...,X_n)=(\overline{x}_l,\overline{x}_h,\overline{x}_u)$ میانگین $X_1,X_2,...,X_n$ است. پس ارتباط ارجحیت نسبی P^*، با تابع عضویت $\mu_{p^*}(X_j,\overline{X})$ نمایانگر درجه ارجحیت نسبی X_j بر $\overline{X}$ در S، که $j=1,2,...,n$ آنگاه:

$$\mu_{p^*}(w_j'',\overline{w''})=\left(\frac{(x_{jl}-\overline{x_u})+2(x_{jh}-\overline{x_u})+(x_{ju}-\overline{x_u})}{2\|T\|}+1\right) \quad (۹)$$

$$\|T_s\|=\begin{cases}\dfrac{(t_{sl}^+-t_{su}^-)+2(t_{sh}^+-t_{sh}^-)+(t_{su}^+-t_{sl}^-)}{2} & if\quad t_{sl}^+\geq t_{su}^-,\\ \dfrac{(t_{sl}^+-t_{su}^-)+2(t_{sh}^+-t_{sh}^-)+(t_{su}^+-t_{sl}^-)}{2}+2(t_{su}^--t_{sl}^+) & if\quad t_{sl}^+<t_{su}^-\end{cases}$$

$$t_{sl}^+=\max_j\{x_{jl}\},t_{sh}^+=\max_j\{x_{jh}\},t_{su}^+=\max_j\{x_{ju}\},$$
$$t_{sl}^-=\min_j\{x_{jl}\},t_{sh}^-=\min_j\{x_{jh}\},t_{su}^-=\min_j\{x_{ju}\},and\ \ j=1,2,...,n.$$

از این رو $\mu_{p^*}(X_j,\overline{X})$ رتبه و وزن $X_1,X_2,...,X_n$ را مشخص می‌کند

۳-۲- گسترش کارکرد کیفیت

این روش نیازمندی‌های مشتریان را به اقدامات عملی ترجمه و تبدیل می‌کند و شرکت را قادر می‌سازد تا به صورت کنشی و پیشدستانه، به مسائل کیفیت بپردازد، و نه شرایط واکنشی و در پاسخ به شکایات مشتریان. از آنجا که این روش یک ابزار مشتری محور می‌باشد، توجه به این امر ضروری است که محیط کاری فعلی، نیازهای متنوع مشتریان و مدیریت زنجیره تأمین، هم از سوی مشتریان و نیز دولت، از ابعاد زیست محیطی و اجتماعی زیر نظر می‌باشد و این امر در حال افزایش است. فلذا برای دستیابی بر راه‌کارهای دستیابی بیشتر بر پایداری؛ ویژگی‌های سازمان می‌بایست نیازمندی‌های پایداری زنجیره تأمین و نیز مشتریان را پوشش دهد و این ابزار تحلیلی، کمکی در این راستا است[۷]. یکی از نتایج و نیز قلب گسترش کارکرد کیفی،خانه کیفیت می‌باشد. اینکه چه نیازهایی مشتری دارد، در برابر اینکه چگونه تأمین کنندگان به آنها پاسخ دهند. در شکل۲ در ابتدا (۱) انتظارات مشتری/ نیازمندیهای کیفی به عنوان ورودی دریافت شده و ارتباط این نیازها با یکدیگر به صورت واژه‌های زبانی تعیین شده، و (۲) این مقادیر کمی شده و اولویت بندی می‌شود. (۳و۴) تعیین و تحلیل نیازمندی‌های طراحی/ فنی و در (۵) ماتریس رابطه بین نیازمندیهای مشتری و طراحی و (۶) ارتباط داخلی بین نیازهای طراحی، بررسی شده در نهایت (۷) نتیجه خانه کیفیت اولویتهای فنی و مقایسات بدست می‌آید

۳-۳- برنامه‌ریزی آرمانی

این روش که توسط ناراسیمان ارائه شد در حل مسائل چند هدفه مورد استفاده قرار می‌گیرد[۲۶]. در برنامه ریزی آرمانی سنتی، انحرافات ناخواسته از مقدار هدف برای رسیدن به مقدار قابل قبول، حداقل می‌گردد و به سه دسته: وزنی (غیر-ترتیبی)، ترتیبی (لکزیکوگرافیک) و حداقل- حداکثر (چبی شف) تقسیم می‌گردند[۲۷].

تابع هدف درجه‌های دستیابی افزایشی وزنی برای اهداف فازی توسط تیواری[۲۶] بدین گونه مطرح شده:

$$
\begin{aligned}
&Maximize \quad \sum_{k=1}^{k} w_k \mu_k \\
&subject\ to \quad \mu_k = \frac{g_k(x) - L_k}{a_k - L_k} \quad for\ all\ g_k \in B, \\
&\qquad \mu_k = \frac{U_k - g_k(x)}{U_k - a_k} \quad for\ all\ g_k \in C \\
&\qquad Ax \le b, \\
&\qquad \mu_k \le 1, \quad k = 1,\dots,K, \\
&\qquad x \ge 0, \quad \mu_k \ge 0, k = 1,\dots,K,
\end{aligned} \tag{۱۰}
$$

که L_k و U_k نمایانگر حد پایین و بالا تحمل برای هدف فازی برای مجموعه B و C می‌باشد. μ_k و w_k درجه دستیابی و وزن هدف g_k می‌باشد. برنامه ریزی آرمانی مورد بررسی در این تحقیق با سه هدف رابطه (۱۱) بوده که در آن DT, CS, CO به ترتیب سطح هدف هزینه مصرفی، رضایت مشتری و زمان لجستیکی می‌باشد. B_j معیارهای انتخابی مشخصات طراحی بوده که به صورت صفر- یک می‌باشد و t_j, w_j, c_j به ترتیب هزینه اجرای معیار jام، وزن اهمیتی که آن معیار دارد (خروجی خانه کیفیت) و زمان آماده سازی معیار مذکور.

$$
\begin{aligned}
&G1: \sum_{j-1}^{n} c_j B_j \le CO \\
&G2: \sum_{j=1}^{n} w_j B_j \ge CS \\
&G3: \sum_{j=1}^{n} t_j B_j \le LT \\
&B_j \{0,1\}
\end{aligned} \tag{۱۱}
$$

۴- مثال کاربردی

مطالعه موردی که یونسی و همکاران[۱۴] در شرکت ترانسفورماتور ایران، جهت ارزیابی قرار دادند؛ تنها در فاز ۱ و در تعیین اولویتهای خانه کیفیت در مقادیر الزامات طراحی بوده که در توسعه محصول جدید معیارهای زیست محیطی را نیز مدنظر قرار دادند و داده‌ها در این بررسی به صورت فازی مثلثی در نظر گرفته شدند. مشخصات مشتری بدین گونه تعریف شد: (۱) ارزانی، (۲) راحتی نگهداری، (۳) تفاوت ولتاژ، (۴) راحتی بازیابی ، (۵) دوام بیشتر، (۶) حجم کمتر، (۷) زمان آماده سازی و تحویل سریع، (۸) نبود مواد و قطعات خطرناک زیست محیطی و از طرف دیگر مقادیر متناظر نیازمندی‌های فنی بدین شکل توسط خبرگان مشخص شد: (۱) مواد، (۲) مصرف انرژی، (۳) قدرت، (۴) نبود افت بار، (۵) حجم، (۶) وزن، (۷) زمان عمر فیزیکی، (۸) صدای تولیدی و لرزش.

مقادیر ویژگی‌های مشتری در گسترش کارکرد کیفی توسط روش ارتباط ارجحیت نسبی اولویت بندی می‌شود. بدین صورت که ابتدا به صورت سطری w_i و ستونی $\overline{w}$ به ترتیب، میانگین‌گیری شده و $\mu_p(w_i, \overline{w})$ را محاسبه می‌شود. در ادامه ارتباط متقابل نیاز مشتری و فنی تعیین شده، میانگین وزنی $\mu_p(w_i, \overline{w})$ و مقادیر ستونی را محاسبه کرده که آنرا w_j' نامیده و $\overline{w}' = \frac{w_j'}{8}$ محاسبه نموده و در نهایت $\mu_{p^*}(w_j', \overline{w}')$ طبق رابطه (۹) محاسبه می‌گردد و این مقادیر با مشخصات طراحی ادغام شده و $\mu_{p^{**}}(w_j'', \overline{w}'')$ بدست می‌آید. این وزنهای خروجی بدین صورت وارد برنامه‌ریزی آرمانی می‌گردد:

جدول ۱ مقادیر ورودی برنامه ریزی آرمانی

Cj	۳،۵	۲،۲	۱،۳	۱،۱۸	۱،۰۱	۲،۵	۲	۰،۸
Wj	۰،۴۶	۰،۳۱	۰،۲۹	۰،۰۴	۰،۰۵	۰،۱۱	۰،۳	۰،۱۴
tj	۳	۲	۳	۲	۱،۵	۲،۵	۱،۵	۲،۵

و مقادیر سطح هدف ۱۰، ۰،۹و ۹ می‌باشد و خروجی معیارهای انتخابی مشخصه‌های ۱،۲،۴ و ۶ بوده که از حل مدل در نرم افزار Lingo بدست آمده است.

۵- نتیجه‌گیری

هزینه‌های تحمیل شده به زنجیره تأمین در صورت عدم جلبرضایت مشتری سنگین خواهد بود و از آنجا که رقابت در زنجیره تأمین بالا بوده و یکی از عوامل تعیین کننده در مزیت رقابتی شرکت مشتری می‌باشد و با در نظر گرفتن این نکته که دیگر مشتریان تنها به دنبال کالا یا خدمت با هزینه کمتر نیستند و تأمین مسائل زیست محیطی از سمت شرکت برای آنها نیز از اولویت بالایی برخوردار است. از این رو در مساله بررسی شده در بخش طراحی محصول با رویکرد گسترش کارکرد کیفی بهره گیری شده که علاوه بر در نظر گرفتن خواسته‌های مشتریان که ابعاد مختلفی را شامل می‌گردد، موضوع عدم قطعیتی که در بیان آن نیازها و برآوردن آنها وجود دارد، از این جهت ارتباط ارجحیت نسبی در راستای ارزیابی این خواسته ها و مشخصه ها استفاده شده، و از آن جهت که منابع سازمان محدود می‌باشد، یافتن اولویت در نحوه برآورده سازی آن نیازها، به تنهایی کافی نخواهد بود . بنابراین از برنامه ریزی آرمانی در این راستا استفاده شده تا نتایج بدست آمده به واقعیت نزدیک تر بوده و قابلیت عملیاتی‌سازی بیشتری در کنار در نظر گرفتن دیگر اهداف سازمان و دیگر محدودیتها داشته باشد..

مراجع

[1] WCED, U., *Our common future.* World Commission on Environment and DevelopmentOxford University Press, 1987

[2] White, L. and G.J. Lee, *Operational research and sustainable development: Tackling the social dimension.* European Journal of Operational Research, 2009. 193(3): p. 683-692

[3] Romli, A., et al., *Integrated eco-design decision-making for sustainable product development.* International Journal of Production Research, 2015. 53(2): p. 549-571

[4] Govindan, K., et al., *Two-echelon multiple-vehicle location–routing problem with time windows for optimization of sustainable supply chain network of perishable food.* International Journal of Production Economics, 2014. 152: p. 9-28

[5] Lin, Y.-H. and M.-L. Tseng, *Assessing the competitive priorities within sustainable supply chain management under uncertainty.* Journal of Cleaner Production, 2016. 112: p. 2133-2144

[6] Mentzer, J.T., et al., *Defining supply chain management.* Journal of Business logistics, 2001. 22(2): p. 1-25

[7] Büyüközkan, G. and G. Çifçi ,*An integrated QFD framework with multiple formatted and incomplete preferences: a sustainable supply chain application.* Applied Soft Computing, 2013. 13(9): p. 3931-3941.

[8] Bereketli, I. and M.E. Genevois, *An integrated QFDE approach for identifying improvement strategies in sustainable product development.* Journal of Cleaner Production, 2013. 54: p. 188-198

[9] Lam, J.S.L. and J. Dai, *Environmental sustainability of logistics service provider: an ANP-QFD approach.* The International Journal of Logistics Management, 2015. 26(2): p. 313-333

[10] Yang, C.-L., R.-H. Huang, and W.-C. Ke, *Applying QFD to build green manufacturing system.* Production Planning & Control, 2012. 23(2-3): p. 145-159

[11] Lam, J.S.L., *Designing a sustainable maritime supply chain :A hybrid QFD–ANP approach.* Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2015. 78: p. 70-81

[12] Liao, C.-N. and H.-P. Kao, *An evaluation approach to logistics service using fuzzy theory, quality function development and goal programming.* Computers & Industrial Engineering, 2014. 68: p. 54-64

[13] Wu, Y.-H. and C.C. Ho, *Integration of green quality function deployment and fuzzy theory: a case study on green mobile phone design.* Journal of Cleaner Production, 2015. 108: p. 271-280

[14] Younesi, M. and E. Roghanian, *A framework for sustainable product design: a hybrid fuzzy approach based on Quality Function Deployment for Environment.* Journal of Cleaner Production, 2015. 108: p. 385-394

[15] Govindan, K., R. Khodaverdi, and A. Jafarian, *A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach.* Journal of Cleaner Production, 2013. 47: p. 345-354

[16] Kuo, M.-S., *A novel interval-valued fuzzy MCDM method for improving airlines' service quality in Chinese cross-strait airlines.* Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2011. 47(6): p. 1177-119

[17] Mohammadi, M., S. Torabi, and R. Tavakkoli-Moghaddam, *Sustainable hub location under mixed uncertainty.* Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2014. 62: p. 89-115

[18] Govindan, K., P. Paam, and A.-R. Abtahi, *A fuzzy multi-objective optimization model for sustainable reverse logistics network design.* Ecological Indicators, 2016. 67: p. 753-768

[19] Pishvaee, M., J. Razmi, and S. Torabi, *An accelerated Benders decomposition algorithm for sustainable supply chain network design under uncertainty: A case study of medical needle and syringe supply chain.* Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2014. 67: p. 14-38

[20] Srivastava, S.K., *Network design for reverse logistics.* Omega, 2008. 36(4): p. 535-548

[21] Hosseininasab, A. and A. Ahmadi, *Selecting a supplier portfolio with value, development ,and risk consideration.* European Journal of Operational Research, 2015. 245(1): p. 146-156

[22] Büyüközkan, G. and Ç. Berkol, *Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment.* Expert Systems with Applications, 2011. 38(11): p. 13731-13748

[23] Wang, Y.-J., *A criteria weighting approach by combining fuzzy quality function deployment with relative preference relation.* Applied Soft Computing, 2014. 14: p. 419-430

[24] Delice, E.K. and Z. Güngör, *A new mixed integer linear programming model for product development using quality function deployment.* Computers & Industrial Engineering, 2009. 57(3): p. 906-912

[25] Zadeh, L.A., *Fuzzy sets.* Information and control, 1965 . 8(3)p. 338-353

[26] Tiwari, R., S. Dharmar, and J. Rao, *Fuzzy goal programming—an additive model.* Fuzzy sets and systems, 1987. 24(1): p. 27-34

[27] Aköz, O. and D. Petrovic, *A fuzzy goal programming method with imprecise goal hierarchy.* European Journal of Operational Research, 2007.181(3): p.1427-1433.