فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال هشتم / شماره ۲۴ / تابستان ۱۳۹۲

بکارگیری برنامه ریزی آرمانی خطی در روش گسترش عملکرد کیفیت در شرایط خاکستری؛ مطالعه موردی: بررسی کیفیت روغن زیتون

بهزاد باباخانی (نویسنده مسؤول)
کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
Email: behzad.babakhani1982@gmail.com
شیما آذرنیا
کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱ * تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۲

چکیده

روش گسترش عملکرد کیفیت (QFD)، یکی از روشهای پیشرفته در مهندسی کیفیت می باشد که با مطالعه بازار، شناسایی خواسته ها و الزامات مشتریان(CR) و شناسایی مشخصه های فنی و مهندسی (EC)، سعی درلحاظ نمودن آن در تمام مراحل طراحی و تولید برای توسعه محصول جدید (NPD)، در جهت افزایش سهم بازار و جلب رضایت مشتریان دارد. یکی از گام های مهم در روش QFD تعیین مقادیر عددی خانه کیفیت (HOQ) می باشد. امروزه با توجه به افزایش پیچیدگی و عدم قطعیت اطلاعات، انجام ارزیابی و تصمیم گیری برای تعیین مقادیر عددی خانه کیفیت بصورت یک عدد قطعی امری دشوار است. در تحقیقات انجام شده پیشین از اعداد فازی در تعیین مقادیر عددی خانه کیفیت برای شرایطی که تصمیم گیرنده با اطلاعات زبانی و یا بسیار مبهم روبرو است، استفاده شده است. اما از آنجایی که در دنیای واقعی اطلاعات اغلب به صورت ناقص و ناکافی وجود دارد می توان از اعداد خاکستری در قالب یک بازه به جای اعداد قطعی و فازی جهت تعیین امتیاز هر شاخص استفاده کرد تا ضمن پرهیز از پیچیدگی های مدل سازی اعداد فازی و خطاپذیری مدل های قطعی از سادگی اعداد خاکستری استفاده شود. در این پژوهش به ارائه مدل ترکیبی گسترش عملکرد کیفیت و برنامه ریزی آرمانی خطی در شرایط خاکستری پرداخته ایم. ابتدا به دلیل وجود اطلاعات ناقص و ناکافی در زمینه مورد مطالعه از تئوری اعداد خاکستری در روش گسترش عملکرد کیفیت استفاده شده است. همچنین برای تعیین اهمیت نسبی CRها از روش وزن دهی برنامه ریزی آرمانی خطی مبتنی بر اعداد خاکستری استفاده می شود. با توجه به نتایج بدست آمده از این مدل می توان ادعا کرد مدل ارائه شده قادر است روش گسترش عملکرد کیفیت را در شرایطی که اطلاعات ناقص و مبهمی در دسترس قرار دارد نیز مورد استفاده قرار داد. اعتبار روش پیشنهادی در قالب یک مطالعه موردی که به بررسی رضایتمندی مشتری از کیفیت روغن زیتون ایرانی نسبت به نمونه خارجی می پردازد، بررسی می شود.

کلمات کلیدی: روش گسترش عملکرد کیفیت، رضایت مندی مشتری، برنامه ریزی آرمانی خطی، اعداد خاکستری.

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

در دنیای رقابتی امروز ضروری است تولیدکنندگان موفقیت محصول خود و رقبا را در نظر خریداران مورد سنجش و مقایسه قرار داده و اقدامات عقلایی در جهت بهبود موقعیت محصول خود از نظر خریداران به عمل آورند. چرا که، مشتریان غالبا به سوی محصولاتی گرایش دارند که ارزش بیشتری را با قیمت کمتری برای آن‌ها فراهم سازد. هر رقیبی که بتواند ارزش بیشتری را با قیمت کمتری برای مشتریان فراهم سازد، می‌تواند سهم بیشتری از بازار را به خود اختصاص دهد. از این رو لازم است تا ابعاد مهم ارزش آفرینی هر محصول مشخص شود و بر عواملی که از نظر مشتریان دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند، تاکید شود (Ali Ahmadi et al., 2003). در گذشته عدم گسترش تجارت جهانی و تولید و عرضه محصولات در سطوح بسیار محدودتر باعث شده بود طراحی و ساخت و فروش محصولات بدون هیچ مشکل خاصی انجام پذیرد. اما امروزه با پیچیدگی روز افزون محصولات تولیدی و فروش آن‌ها در سطح بسیار گسترده، نمی‌توان از الگوهای گذشته پیروی نمود. یکی از ابزارهای مناسب در مهندسی کیفیت، برای کاهش میزان تغییرات محصول در فرایند طراحی و تولید، استفاده از روش گسترش عملکرد کیفیت (QFD)[1] می‌باشد که با مطالعه بازار، شناسایی خواسته‌ها و الزامات مشتریان (CR)[2] و شناسایی مشخصه‌های فنی و مهندسی[3] (EC)، سعی درلحاظ نمودن آن در تمام مراحل طراحی و تولید برای توسعه محصول جدید (NPD)[4]، در جهت افزایش سهم بازار و جلب رضایت مشتریان دارد (Rezaei et al., 2001).

در سال ۱۹۶۶، اوشیومی با استفاده از جدول پارامترهای تضمین فرایند، ارتباط بین مشخصه‌های کیفی با عوامل فرایندی را نشان داد. جداول کیفیت برای اولین بار در سال ۱۹۷۲ در صنایع کشتی سازی کوبه وابسته به صنایع سنگین میتسوبیشی توسط آکائو به منظور طراحی مخازن ذخیره سازی نفت مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۸۳، اولین کتاب در زمینه گسترش عملکرد کیفیت توسط آکائو و میزونو در ژاپن منتشر کرد و پس از آن گسترش عملکرد کیفیت در بزرگترین و موفق‌ترین شرکت‌های جهان از قبیل: فورد، هیولت پکارد، جنرال موتورز، آی بی ام، کداک، پروکتراند گمبل، تویوتا و زیراکس بکار گرفته شد. این روش در حوزه‌های مختلفی کابرد دارد (Li et al., 2012؛ Zhai et al.,2012 ؛ Liu & Tsai, 2012؛ Bevilasqua et al., 2012؛ Dikman et al., 2005 ؛ Yousefi et al., 2011 ؛ Bennera et al., 2003 ؛ Zarei et al., 2011).

به گفته هافمیستر در سال ۱۹۹۱ روش گسترش عملکرد کیفیت از سال ۱۹۸۷ در صنایع غذایی بکار گرفته شده است (Jafarnejad et al., 2010).

یکی از گام‌های مهم در روشQFD تعیین مقادیر عددی خانه کیفیت (HOQ)[5] می‌باشد. در روش QFD، برای بیان میزان ارتباط EC با CR از اعداد قطعی استفاده می‌شود. اما به علت وجود عواملی مانند اطلاعات و دانش ناقص، پیچیدگی، عدم قطعیت و عدم اطمینان ذاتی در محیط‌های تصمیم‌گیری بیان این ارتباط بصورت یک عدد قطعی دشوار، پیچیده و خطاپذیر است. دشواری و پیچیدگی در بیان این ارتباطات و وجود خطا در انعکاس نظرات آن‌ها به صورت یک عدد قطعی همواره مورد انتقاد قرار گرفته است. یک روش مناسب برای رفع این مشکل، بیان ارزش‌های مقایسه‌ای با استفاده از اعداد خاکستری یا فازی است زیرا با ماهیت نامطمئن قضاوت‌های انسانی سازگارتر است. در شرایطی که اطلاعات مبهمی در مورد EC ها و CR ها وجود دارد، می‌توان برای بیان مقادیر عددی خانه کیفیت از اعداد فازی استفاده کرد. اما در شرایطی که اطلاعات جزیی و محدودی در مورد EC ها و CR ها وجود دارد، می‌توان برای بیان مقادیر عددی خانه کیفیت از اعداد خاکستری استفاده کرد تا ضمن پرهیز از پیچیدگی‌های مدل‌سازی اعداد فازی و خطاپذیری مدل‌های قطعی از سادگی اعداد خاکستری استفاده شود.

در ادامه این مقاله، بخش دوم به معرفی تئوری سیستم‌های خاکستری و اعداد خاکستری پرداخته است. در بخش سوم روش QFD با استفاده از اعداد خاکستری توسعه یافته است. برای تشکیل خانه کیفیت و بیان ارزیابی‌ها از اعداد خاکستری استفاده

[1] Quality Function Deployment
[2] Customer Requirements
[3] Engineering Characteristics
[4] New Product Development
[5] House Of Quality

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود. اهمیت نسبی CR ها با استفاده از یک روش برنامه‌ریزی آرمانی خطی[۶] مبتنی بر اعداد خاکستری استفاده محاسبه شده است. در بخش چهارم به منظور بررسی اعتبار روش پیشنهادی، یک مثال عددی که به بررسی کیفیت روغن زیتون می‌پردازد، بیان گردیده است. بخش آخر به ارائه نتایج می‌پردازد.

با توجه به کشف اثرات بسیار مفید روغن زیتون در سلامتی انسان، در سال‌های اخیر تقاضای این محصول بشدت در میان مصرف کنندگان افزایش یافته است. با توجه به تقاضای زیاد و عرضه کم و دلایل دیگر سبب فاصله گرفتن شرکت‌های تولیدی از مساله کیفیت روغن زیتون و رضایت‌مندی مشتری شده است. این امر همراه با واردات محصولات با کیفیت خارجی سبب تهدیدی جدی برای تولید روغن زیتون داخلی شده است. بازار رقابتی روغن زیتون و قدرت کم رقابتی شرکت‌های داخلی موجب گرایش تولیدکنندگان به مسئله کیفیت روغن زیتون و رضایت‌مندی مشتریان شده و به دنبال آن استفاده از QFD در صنعت تولید روغن زیتون گسترش می‌یابد و این مقاله می تواند راهنمای خوبی در این زمینه باشد.

تئوری سیستم‌های خاکستری

اولین باردر سال۱۹۸۲ تئوری سیستم‌های خاکستری توسط دنگ از دانشگاه علوم وتکنولوژی هازمونگ چین معرفی شد (David k, 1994). اگر اطلاعات واضح و شفاف یک سیستم را با رنگ سفید و اطلاعات کاملاً ناشناخته یک سیستم با رنگ سیاه تجسم شود، در این صورت اطلاعات مربوط به بیشتر سیستم‌های موجود در طبیعت اطلاعات سفید (کاملا شناخته شده) و یا سیاه (کاملا ناشناخته) نیستند، بلکه مخلوطی از آن دو یعنی به رنگ خاکستری هستند. این‌گونه سیستم‌ها را سیستم‌های خاکستری می‌نامند که اصلی‌ترین مشخصه آن‌ها، کامل نبودن و ناکافی بودن اطلاعات در آن سیستم است (Wiecek et al., 2005). از آن‌جا که منطق فازی برای مطالعه مسائل و سیستم‌های پیچیده و غیر قطعی کاربرد دارد، از تئوری سیستم خاکستری برای مطالعه مسائل نیمه پیچیده و نیمه قطعی استفاده می‌شود (Liu & Lin, 2006). دو مزیت اساسی این تئوری نسبت به سایر روش‌های تحلیل سیستم ها، نیازمندی به داده‌های کم جهت تحلیل و توانایی تحلیل داده‌ها و سیستم‌های نیمه مبهم است (Mohamadi & Molaei, 2010).

اعداد خاکستری به مثابه اتم‌ها و سلول‌های سیستم خاکستری هستند (David k, 1994). اعداد سفید، خاکستری و سیاه سه طبقه از اعداد برای تشخیص سطح عدم اطمینان اطلاعات می‌باشند. چنان‌چه عدد $\otimes x$ بصورت زیر تعریف شود:

$$\otimes x = [\underline{x}, \overline{x}] = \{x | \underline{x} \leq x \leq \overline{x}, \underline{x} \; and \; \overline{x} \in R\} \qquad (۱)$$

این مجموعه به سه شکل زیر می‌تواند تعریف شود:

۱. اگر $\underline{x} \to \infty$ و $\overline{x} \to \infty$، در اینصورت عدد $\otimes x$ یک عدد سیاه نامیده می‌شود. اختصاص این عدد به یک معیار تصمیم بدان معنی است که در این شرایط هیچ‌گونه اطلاعات معنی‌داری وجود ندارد.

۲. اگر $\underline{x} = \overline{x}$، در این‌صورت عدد $\otimes x$ یک عدد سفید نامیده می‌شود. استفاده از عدد سفید در تصمیم‌گیری به معنی اطمینان کامل تصمیم‌گیرنده نسبت به معیار یا گزینه مورد نظرش است.

۳. در صورتی‌که $\underline{x}, \overline{x} \neq \infty$, $\underline{x}, \overline{x} \in R$ باشد، $\otimes x$یک عدد خاکستری نامیده می‌شود. این تعریف بدان معنی است که در این شرایط اطلاعات به صورت ناکافی و نامشخص وجود دارد.

با توجه به این‌که عمده شاخص‌های ارزیابی کمی نیست و عموماً بصورت زبانی بیان می‌شود می‌توان در شرایطی که تصمیم-گیرنده هیچ‌گونه اطلاعاتی در دست ندارد و یا با اطلاعات بسیار مبهم روبرو است از اعداد فازی استفاده کرد. اما از آنجایی که در دنیای واقعی اطلاعات همواره بصورت ناقص و ناکافی وجود دارد می‌توان از اعداد خاکستری در قالب یک بازه به جای اعداد قطعی و فازی جهت تعیین امتیاز هر شاخص استفاده کرد تا ضمن پرهیز از پیچیدگی‌های مدل‌سازی اعداد فازی و خطاپذیری مدل‌های قطعی از سادگی اعداد خاکستری استفاده شود. رویکرد سیستم خاکستری از دو مزیت اساسی نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است. مزیت اول این روش، نیاز به داده‌های کم است درحالی‌که استفاده از بسیاری از روش‌های آماری چند متغیره نظیر تحلیل مؤلفه‌های اصلی مستلزم وجود حجم انبوهی از داده‌ها است. مزیت اساسی دیگر این سیستم توانایی مواجهه آن با ابهام در

[6] Linear Goal Programming Method

www.SID.ir

داده‌ها می‌باشد. زیرا در شرایط واقعی مقدار دقیق پارامترها معلوم نیست (Rezaifar, 2005). هرچند که به نظر می‌رسد اعداد خاکستری مشابه با اعداد فازی هستند اما تفاوت اساسی بین اعداد خاکستری با اعداد فازی درآن است که در اعداد خاکستری مقدار دقیق عدد نامشخص است اما بازه‌ای که مقدارآن عدد را در برمی‌گیرد معلوم است یا به تعبیر دیگر مقدار دقیق کران بالا و پایین عدد معین و معلوم است. به عنوان نمونه، وزن یک بسته که بین۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم می باشد و یا اندازه قد یک مرد که بین ۱/۸ و ۱/۹ می‌باشد، نمونه‌هایی از اعداد خاکستری بازه‌ای هستند و این بدان معنی است که تصمیم گیرنده، قد یک مرد را به طور دقیق نمی‌داند اما بطور دقیق می‌تواند بگوید قد این شخص حتما بین ۱/۸ و ۱/۹ متر است. اما زمانی که در مورد وزن دو بسته یا قد یک شخص اطلاعاتی مبهمی وجود دارد، از متغیرهای زبانی (اعداد فازی مثلثی یا ذوزنقه) نظیر زیاد، متوسط و یا کم برای بیان اهمیت نسبی وزن دو بسته استفاده می کند. این بدان معنی است که تصمیم گیرنده هیچگونه اطلاعاتی در مورد وزن بسته ها و یا قد شخص ندارد.

در یک عدد فازی ضمن اینکه عدد به صورت یک بازه تعریف می شود، اما مقدار دقیق کران چپ و راست عدد معلوم نیست و از یک تابع عضویت تبعیت می‌کند. همین تفاوت ظریف بین عدد خاکستری و عدد فازی موجب می شود که محاسبات با اعداد خاکستری از سادگی بیشتری نسبت به اعداد فازی برخوردار باشد، زیرا تعیین تابع عضویت برای کران‌های چپ و راست یک عدد فازی خود همراه با پیچیدگی‌ها و عملیات محاسباتی است (Mohamadi & Molaei, 2010). عدد خاکستری بخشی از تئوری خاکستری (Deng, 1988)، برای مدل‌سازی سیستم‌ها با اطلاعات ناکافی و ناقص می‌باشد. در دنیای واقعی و تصمیم-گیری استفاده از تئوری و اعداد خاکستری امری اجتناب ناپذیر است (Mohamadi & Molaei, 2010 ؛ Dong et al.,2006؛ Fang & Tzeng, 2004؛ Kau et al., 2008؛ Chang, 2006 ؛ Shih et al., 2011؛ Wei, 2011؛ Tai et al., 2011).

عملیات بر روی اعداد خاکستری

عملیات اصلی ریاضی ۲ عدد خاکستری $\otimes x = [\underline{x}, \overline{x}]$ و $\otimes y = [\underline{y}, \overline{y}]$ بصورت زیر تعریف می‌شود: (Lin et al.,2008).

تعریف جمع ۲عدد خاکستری:

$$\otimes x + \otimes y = \left[\underline{x} + \underline{y}, \overline{x} + \overline{y}\right] \quad (۲)$$

تعریف تفریق ۲عدد خاکستری:

$$\otimes x - \otimes y = \left[\underline{x} - \underline{y}, \overline{x} - \overline{y}\right] \quad (۳)$$

تعریف ضرب ۲عدد خاکستری:

$$\otimes x \times \otimes y = \left[min\left(\underline{xy}, \underline{x}\overline{y}, \overline{x}\underline{y}, \overline{xy}\right), max\left(\underline{xy}, \underline{x}\overline{y}, \overline{x}\underline{y}, \overline{xy}\right)\right] \quad (۴)$$

تعریف تقسیم ۲عدد خاکستری:

$$\otimes x \div \otimes y = \left[\min\left(\frac{\underline{x}}{\underline{y}}, \frac{\underline{x}}{\overline{y}}, \frac{\overline{x}}{\underline{y}}, \frac{\overline{x}}{\overline{y}}\right), \max\left(\frac{\underline{x}}{\underline{y}}, \frac{\underline{x}}{\overline{y}}, \frac{\overline{x}}{\underline{y}}, \frac{\overline{x}}{\overline{y}}\right)\right] \quad (۵)$$

هم چنین روابط۶ و ۷، ضرب یک عدد ثابت در عدد خاکستری و همچنین معکوس عدد خاکستری را نشان می‌دهد:

$$k \times \otimes x = \left[k\underline{x}, k\overline{x}\right] \quad (۶)$$

$$\otimes x^{-1} = \left[\frac{1}{\overline{x}}, \frac{1}{\underline{x}}\right] \quad (۷)$$

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به این که وزن نهایی محاسبه شده برای گزینه‌ها به صورت عدد بازه‌ای خاکستری است، از مفهوم درجه امکان خاکستری[۷] برای مقایسه آن‌ها استفاده می‌شود (Li et al., 2007).

اگر $\otimes_1 = [a, b], a < b$ و $\otimes_2 = [c, d], c < d$ دو عدد خاکستری باشد، درجه امکان خاکستری $\otimes_1 \leq \otimes_2$ بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$P\{\otimes_1 \leq \otimes_2\} = \frac{max(0, L^* - ma(0, b-c))}{L^*}$$
$$L^* = L(\otimes_1) + L(\otimes_2) \qquad (۸)$$
$$L(\otimes_1) = \overline{\otimes_1} - \underline{\otimes_1}$$

۴ رابطه بین موقعیت‌های دو عدد خاکستری $\otimes_1$و$\otimes_2$ برقرار است:

اگر $a = c, b = d$ باشد، دو عدد خاکستری مساوی هستند و می‌توان نوشت:

$$\otimes_1 = \otimes_2 \Rightarrow P\{\otimes_1 \leq \otimes_2\} = 0.5$$

اگر $d > a$ باشد، می‌توان نوشت:

$$\otimes_2 > \otimes_1 \Rightarrow P\{\otimes_1 \leq \otimes_2\} = 1$$

اگر $d < a$ باشد، رابطه زیر برقرار است:

$$\otimes_1 > \otimes_2 \Rightarrow P\{\otimes_1 \leq \otimes_2\} = 0$$

چنان‌چه یک قسمت مشترک بین دو عدد خاکستری وجود داشته باشد، در این‌صورت اگر $P\{\otimes_1 \leq \otimes_2\} < 0.5$، عدد $\otimes_2$ کوچکتر از $\otimes_1$ است و چنان‌چه $P\{\otimes_1 \leq \otimes_2\} > 0.5$، عدد $\otimes_2$ بزرگتر از $\otimes_1$ است.

۲ – مواد و روش ها

الف) روش **QFD** خاکستری

در میان دیدگاه‌های مختلفی که در ارتباط با QFD وجود دارد روش ۴ مرحله ای از اقبال بیشتری برخوردار است. اولین مرحله در روش ۴ مرحله ای، طرح‌ریزی محصول است که به واسطه شباهت زیاد آن به شکل خانه، به آن خانه کیفیت اطلاق می‌شود. خانه کیفیت ماتریسی است که در آن رابطه میان خواسته‌ها و نیازهای مشتریان (WHATs) و چگونگی ارائه خواسته‌های مشتریان (HOWs) مشخص می‌گردد. در بخش بعدی مراحل تکوین خانه کیفیت بصورت گام گام ارائه شده است.

اجزای خانه کیفیت در شکل (۱) نشان داده شده است. همچنین مراحل تکمیل این اجزا و تشکیل خانه کیفیت به شرح زیر می‌باشد:

تعیین خواسته‌ها و الزامات کیفی مشتریان (WHATs)

QFD و خانه کیفیت، با مشتری و خواسته‌های کیفی او از محصول آغاز می‌شود. بدین منظور از روش‌هایی مانند تحقیق و بررسی بازار، مصاحبه انفرادی، گروه‌های متمرکز، مشاهده نحوه عملکرد محصول هنگام استفاده، نظرات کارکنان، سوابق فروش محصول، بازبینی سوابق شکایت‌ها، داده‌های حاصل از خدمات ارائه شده در دوره گارانتی محصول و سایر روش‌های تحقیق بازار، خواسته‌های کیفی مشتریان از محصول تعیین می‌شود.

تعیین درجه اهمیت خاکستری خواسته‌های مشتریان

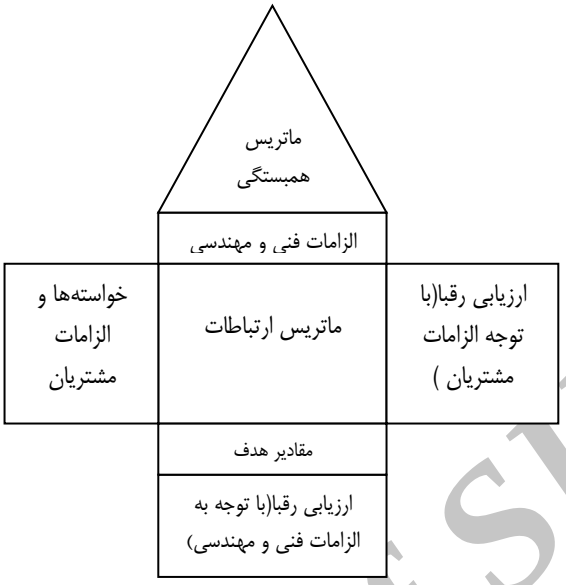
بدون تردید درجه اهمیت تمامی خواسته‌های مشتریان با هم یکسان نبوده و از نظر مشتری و تولید کننده، تعدادی از آن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. روش‌های مختلفی برای تعیین درجه اهمیت خواسته‌های مشتریان مانند استفاده از درجه‌بندی ۱ تا ۵ یا ۱ تا ۱۰ وجود دارد. روش پیشنهادی در این مقاله برای بدست آوردن این درجه اهمیت استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی آرمانی (LGP) و تشکیل ماتریس مقایسه زوجی است. بدین منظور از مصاحبه با مشتریان و افراد با تجربه سازمان استفاده می‌شود. برخلاف روش‌های قبلی که از اعدا قطعی و یا فازی استفاده می‌شد در این شیوه از مصاحبه شونده درخواست می‌شود

[7] Degree of grey possibility

Archive of SID

www.SID.ir

الزامات وخواسته‌های تعیین شده مشتریان را بصورت زوجی مقایسه کند و در هر بار مقایسه برای بیان برتری هر خواسته نسبت به خواسته دیگر یک عدد خاکستری دلخواه بین اعداد ۱تا ۹ ارائه کند (مانند[۳,۵]).



شکل شماره (۱): نمونه‌ای از یک ماتریس خانه کیفیت

پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی با دراید‌های خاکستری، مطابق ماتریس پایین، از روشی برنامه‌ریزی خطی که ونگ و الهاگ[8] (۲۰۰۷) مطابق رابطه (۲۳) ارائه کرده است، برای تولید درجه اهمیت خواسته‌های مشتریان استفاده می‌شود. وزن‌های بدست آمده از این روش، درجه اهمیت خواسته‌های مشتریان بصورت اعداد خاکستری نظیر $[\underline{w_i}, \overline{w_i}]$ خواهد بود.

$$\boldsymbol{A}(\otimes) = \begin{bmatrix} \otimes x_{11} & \cdots & \otimes x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes x_{m1} & \cdots & \otimes x_{mn} \end{bmatrix}$$

در هر ماتریس مقایسه زوجی با استفاده از اعداد قطعی، هر درایه x_{ij} نسبت وزن معیار (گزینه) iام (w_i) را نسبت وزن معیار (گزینه) jام (w_j) اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین جهت مقایسه معیارها (گزینه‌ها) در یک ماتریس مقایسه زوجی نیاز به محاسبه اوزان w_i می باشد. به طوری که نسبت w_i به w_j در تمامی درایه های ماتریس برابر x_{ij} شود. برای یک ماتریس مقایسه زوجی خاکستری مانند $\otimes \boldsymbol{A}$ ، یک بردار وزن خاکستری بصورت $W = ([\underline{w_1}, \overline{w_1}], \dots, [\underline{w_n}, \overline{w_n}])^{\mathrm{T}}$ وجود خواهد داشت. بنابراین رابطه ۹ بصورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\otimes x_{ij} = \frac{\otimes w_i}{\otimes w_j} = \frac{[\underline{w_i}, \overline{w_i}]}{[\underline{w_j}, \overline{w_j}]} = \left[\frac{\underline{w_i}}{\overline{w_j}}, \frac{\overline{w_i}}{\underline{w_j}}\right] \qquad (۹)$$

با استفاده از رابطه (۹)، می‌توان ماتریس $\otimes \boldsymbol{A}_{\mathrm{n}\times\mathrm{n}}$ را بصورت زیر بازنویسی کرد:

$$\otimes \boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & \dfrac{[\underline{\mathrm{w}}_1, \overline{\mathrm{w}}_1]}{[\underline{\mathrm{w}}_\mathrm{n}, \overline{\mathrm{w}}_\mathrm{n}]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \dfrac{[\underline{\mathrm{w}}_\mathrm{n}, \overline{\mathrm{w}}_\mathrm{n}]}{[\underline{\mathrm{w}}_1, \overline{\mathrm{w}}_1]} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

برای یک ماتریس مقایسه زوجی خاکستری مانند ماتریس $\otimes \boldsymbol{A}$، یک بردار وزن خاکستری به صورت:

$$W = ([\underline{w_1}, \overline{w_1}], \dots, [\underline{w_n}, \overline{w_n}])^T$$

وجود خواهد داشت. این بردار نرمال خواهد بود اگر و فقط اگر روابط زیر برقرار باشد: (Wang & Elhag, 2007).

[8] Wang and Elhang

Archive of SID

www.SID.ir

$$\underline{w_j} + \sum_{k=1,k\neq j}^{n} \overline{w}_k \geq 1 \quad ,j = 1,\dots,n, \qquad (۱۰)$$

$$\overline{w_j} + \sum_{k=1,k\neq j}^{n} \underline{w_k} \leq 1 \quad ,j = 1,\dots,n \ , \qquad (۱۱)$$

براساس تعریف تقسیم دو عدد خاکستری مطابق رابطه (۵) و با توجه به این‌که $\underline{w_i}, \overline{w_i} \geq 0$ ، ماتریس $\boldsymbol{A} \otimes$ را می‌توان بصورت زیر بازنویسی کرد:

$$\otimes \boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & \left[\frac{\underline{w}_1}{\overline{w}_n}, \frac{\overline{w}_1}{\underline{w}_n}\right] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \left[\frac{\underline{w}_n}{\overline{w}_1}, \frac{\overline{w}_n}{\underline{w}_1}\right] & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

این ماتریس می‌تواند به دو ماتریس کران پایین و بالا بصورت اعداد قطعی غیرمنفی تقسیم شود:

$$\otimes \overline{\boldsymbol{A}} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\overline{w}_1}{\underline{w}_2} & \cdots & \frac{\overline{w}_1}{\underline{w}_n} \\ \frac{\overline{w}_2}{\underline{w}_1} & 1 & \cdots & \frac{\overline{w}_2}{\underline{w}_n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \frac{\overline{w}_n}{\underline{w}_1} & \frac{\overline{w}_n}{\underline{w}_2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad , \quad \otimes \underline{\boldsymbol{A}} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\underline{w}_1}{\overline{w}_2} & \cdots & \frac{\underline{w}_1}{\overline{w}_n} \\ \frac{\underline{w}_2}{\overline{w}_1} & 1 & \cdots & \frac{\underline{w}_2}{\overline{w}_n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \frac{\underline{w}_n}{\overline{w}_1} & \frac{\underline{w}_n}{\overline{w}_2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

به سادگی می‌توان ثابت کرد در این ماتریس روابط (۱۰) و (۱۱) برقرار است(Wang &Elhag, 2007).

$$\underline{\boldsymbol{A}}\overline{W} = \overline{W} + (n-1)\underline{W} \qquad (۱۲)$$

$$\overline{\boldsymbol{A}}\underline{W} = \underline{W} + (n-1)\overline{W} \qquad (۱۳)$$

با توجه به ماهیت ذهنی قضاوت‌های زوجی و عدم قطعیت در تصمیم‌گیری ممکن است ماتریس مقایسه زوجی $\boldsymbol{A} \otimes$ سازگار کامل نباشد. بنابراین ممکن است تساوی‌های (۱۱) و (۱۲) برقرار نباشد و اختلاف دو طرف رابطه مقداری مانند E و Γ خواهد بود.

$$E = (\underline{\boldsymbol{A}} - I)\overline{W} - (n-1)\underline{W} \qquad (۱۴)$$

$$\Gamma = (\overline{\boldsymbol{A}} - I)\underline{W} - (n-1)\overline{W} \qquad (۱۵)$$

به طوری‌که $E = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)^{\mathrm{T}}$ و $\Gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_n)^{\mathrm{T}}$. اگر مقادیر نهایی E و Γ کمترین مقدار ممکن را داشته باشد، بسیار مطلوب خواهد بود. برای رسیدن به این امر، مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به صورت زیر ارائه شده است:

$$\begin{aligned} &Minimize\ J = \sum_{i=1}^{n} (|\varepsilon_i| + |\gamma_i|) \\ &s.t. \\ &(\underline{\boldsymbol{A}} - I)\overline{W} - (n-1)\underline{W} - E = 0 \ , \\ &(\overline{\boldsymbol{A}} - I)\underline{W} - (n-1)\overline{W} - \Gamma = 0 \ , \\ &\underline{w_j} + \sum_{k=1,k\neq j}^{n} \overline{w}_k \geq 1 \quad ,j = 1,\dots,n \ , \qquad (۱۶) \\ &\overline{w_j} + \sum_{k=1,k\neq j}^{n} \underline{w_k} \leq 1 \quad ,j = 1,\dots,n \ , \\ &\overline{W} - \underline{W} \geq 0, \\ &\overline{W}, \underline{W} \geq 0. \end{aligned}$$

Archive of SID

www.SID.ir

برای خطی کردن تابع هدف و محدودیت‌های مدل (۱۶) متغیرهای زیر تعریف می‌گردد.

$$\varepsilon_i^+ = \frac{E_i+|E_i|}{2}, \varepsilon_i^- = \frac{-E_i+|E_i|}{2}, \quad i = 1, \dots, n, \qquad (۱۷)$$

$$\Upsilon_i^+ = \frac{\Gamma_i+|\Gamma_i|}{2}, \gamma_{i,j}^- = \frac{-\Gamma_i+|\Gamma_i|}{2}, \quad i = 1, \dots, n. \qquad (۱۸)$$

اگر $E^+ = (\varepsilon_1^+, \dots, \varepsilon_n^+)^T \geq 0$ و $E^- = (\varepsilon_1^-, \dots, \varepsilon_n^-)^T \geq 0$، آن‌گاه روابط زیر برقرار خواهد بود:

$$E_i = \varepsilon_i^+ - \varepsilon_i^- \quad , \ i = 1, \dots, n, \qquad (۱۹)$$

$$|E_i| = \varepsilon_i^+ + \varepsilon_i^- \quad , \quad i = 1, \dots, n. \qquad (۲۰)$$

به طوری‌که $\varepsilon_i^+ \times \varepsilon_i^- = 0 \, , i = 1, \dots, n$ می‌باشد.

به طور مشابه برای متغیر Γ، اگر

$$\Gamma^+ = (\gamma_1^+, \dots, \gamma_n^+)^T \geq 0$$
$$\Gamma^- = (\gamma_1^-, \dots, \gamma_n^-)^T \geq 0$$

آن‌گاه روابط زیر برقرار خواهد بود:

$$\Gamma_i = \gamma_i^+ - \gamma_i^- \quad , \quad i = 1, \dots, n, \qquad (۲۱)$$

$$|\Gamma_i| = \gamma_i^+ + \gamma_j^- \quad , \quad i = 1, \dots, n. \qquad (۲۲)$$

بطوری‌که $\gamma_i^+ \times \gamma_i^- = 0 \, , i = 1, \dots, n$ می‌باشد.

در نتیجه مدل غیر خطی (۱۶) به صورت یک مدل برنامه ریزی خطی زیر بازنویسی می‌شود:

$$Minimize\ J = \sum_{i=1}^{n} (\varepsilon_i^+ + \varepsilon_i^- + \gamma_i^+ + \gamma_i^-)$$

$$s.t.$$
$$(\underline{\boldsymbol{A}} - I)\overline{W} - (n-1)\underline{W} - E^+ + E^- = 0,$$
$$(\overline{\boldsymbol{A}} - I)\underline{W} - (n-1)\overline{W} - \Gamma^+ + \Gamma^- = 0,$$
$$\underline{w_j} + \sum_{k=1, k\neq j}^{n} \overline{w_k} \geq 1 \quad , j = 1, \dots, n \ , \qquad (۲۳)$$
$$\overline{w_j} + \sum_{k=1, k\neq j}^{n} \underline{w_k} \leq 1 \quad , j = 1, \dots, n \ ,$$
$$\overline{W} - \underline{W} \geq 0,$$
$$E^+, E^-, \Gamma^+, \Gamma^-, \overline{W}, \underline{W} \geq 0 \quad , i = 1, \dots, n.$$

که در این رابطه $\underline{\boldsymbol{A}} \otimes$ و $\overline{\boldsymbol{A}} \otimes$ به ترتیب ماتریس کران بالا و پایین تجزیه شده از ماتریس مقایسه زوجی خاکستری می باشد.

ارزیابی خاکستری سازمان

سازمان‌ها باید وضعیت فعلی خود را در مقابل هر یک از خواسته‌ها و الزامات مشتریان تعیین کنند. همچنین باید برنامه آینده سازمان در مقابل هریک از این خواسته‌ها و الزامات مشتریان مشخص شود. بدین منظور پیشنهاد می‌گردد از اعداد خاکستری بین مقادیر ۱ تا ۹ استفاده گردد.

ارزیابی خاکستری رقبا (با در نظر گرفتن خواسته‌ها و نیازهای مشتریان)

سازمان‌هایی که قصد رقابت و حضور موثر در بازار را دارند، باید بدانند که محصول آن‌ها از دید مشتریان و با توجه به خصوصیات کیفی مورد نظر آن‌ها در مقایسه با سایر رقبا در چه جایگاه و رتبه‌ای قرار دارد. برای ارزیابی رقبا پیشنهاد می‌گردد از اعداد خاکستری بین مقادیر ۱ تا ۹ استفاده گردد.

تبدیل خواسته‌ها و الزامات کیفی به مشخصه‌های فنی و مهندسی محصول

Archive of SID

www.SID.ir

واحد بازاریابی ضمن شناسایی، بررسی و تدوین الزامات مشتریان ، خصوصیات و الزامات محصول را تعیین نموده، سپس بخش مهندسی چگونگی تولید محصولی با خصوصیات مورد انتظار را مشخص می‌کند. لذا در قسمت بالای ماتریس، مشخصات فنی و مهندسی محصول که به نحوی با خواسته‌های کیفی مشتریان مرتبط می‌باشد، درج می‌شود.

تعیین میزان ارتباط میان خواسته‌ها و الزامات کیفی مشتریان و مشخصه‌های فنی و مهندسی

میزان تاثیر هر یک از خصوصیات فنی در خواسته‌ها و الزامات مشتری با ماتریس ارتباطات خانه کیفیت، مشخص و ارائه می‌گردد. تیم اجرایی QFD ارتباطات مورد نظر را با توجه به نظرات مهندسان و متخصصان با تجربه سازمان، نظرات مشتریان، داده‌های آماری و... تعیین می‌شود. بدین منظور پیشنهاد می‌گردد از اعداد خاکستری بین مقادیر ۱ تا ۹ استفاده گردد.

ارزیابی رقبا (با در نظر گرفتن الزامات فنی و مهندسی)

این مرحله نیز مطابق مرحله ۲-۱-۳ انجام می‌گردد. در این قسمت توصیه می‌گردد از متخصصان داخلی و نیروی انسانی با تجربه سازمان، به نحو مطلوب و موثری استفاده گردد.

توسعه و بهبود خواسته‌ها و الزامات کیفی مشتریان

میزان بهبود و افزایش در هر یک از الزامات کیفی مشتریان از حاصل تقسیم اعداد خاکستری مندرج در ستون برنامه سازمان به ارزیابی سازمان بدست می‌آید. پس از تعیین مقادیر نسبت بهبود برای هر یک از نیازمندی‌های کیفی برای تاکید بیشتر در مورد برخی از خواسته‌های مشتریان ضرایبی با عنوان ضریب تصحیح به آن‌ها تعلق می‌گیرد. برخی از مشخصه‌ها که از درجه اهمیت بالایی در نزد مشتریان برخوردار هستند، ضریب ۱.۵ و برخی که دارای درجه اهمیت بالایی ولی نه به اندازه مورد قبلی ضریب ۱.۲ و برخی که نیاز به تاکید در مورد آن‌ها نیست ضریب ۱ می‌گیرند.

تعیین اوزان خاکستری مطلق و نسبی خواسته‌ها و الزامات مشتریان

برای بدست آوردن این اوزان از روابط (۱۰) و (۱۱) استفاده می‌گردد:

$$\text{وزن مطلق خواسته} = \text{درجه اهمیت} \times \text{نسبت بهبود} \times \text{ضریب تصحیح} \quad (۲۴)$$

$$\text{وزن نسبی خواسته ها} = \frac{\text{وزن مطلق خواسته}}{\text{مجموع وزن مطلق خواسته}} \times ۱۰۰ \quad (۲۵)$$

این اوزان بصورت اعداد خاکستری خواهد بود.

تعیین اوزان خاکستری مطلق و نسبی فنی و مهندسی

برای بدست آوردن این اوزان از روابط (۱۲) و (۱۳) استفاده می‌گردد:

$$\text{وزن مطلق الزامات فنی} = \sum_{i=1}^{n} \text{وزن نسبی مشتری} \times \text{میزان ارتباط بین الزامات مشتری و مهندسی} \quad (۲۶)$$

$$\text{نسبی الزامات مهندسی} = \frac{\text{وزن مطلق الزامات}}{\text{حاصل جمع وزن مطلق الزامات}} \times ۱۰۰ \quad (۲۷)$$

این اوزان بصورت اعداد خاکستری خواهد بود.

بررسی رابطه مشخصه‌های فنی و مهندسی محصول با یکدیگر

در برخی موارد افزایش و کاهش یکی از خصوصیات مهندسی تاثیر مستقیمی بر خصوصیات مهندسی دیگر محصول می‌گذارد. در این مقاله پیشنهاد می‌گردد از اعداد خاکستری بین ۱ تا ۹ برای نشان دادن این افزایش یا کاهش در سقف خانه کیفیت استفاده گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

مفاهیم قابل استخراج از خانه کیفیت

در ارتباط با استفاده از داده‌های موجود در خانه کیفیت، رویه و روشی خاص و از پیش تعیین شده‌ای وجود ندارد و افراد مختلف سازمان، بنا به نوع نیازشان، استفاده‌های متنوعی از آن می‌کنند.

در این بخش به منظور بررسی صحت و قابل اطمینان بودن روش توسعه یافته طی یک مطالعه موردی به مقایسه محصولات یکی از کارخانجات روغن زیتون داخل کشور با نمونه خارجی وارداتی پرداخته می شود. چنان‌چه نتیجه مورد انتظارحاصل شود، این مدل قابل اطمینان است. با توجه به فراگیر نشدن استفاده از روغن زیتون در میان خانواده های ایرانی طلاعات ناقص و مبهمی در این زمینه وجود دارد. به همین دلیل از روش گسترش عملکرد کیفیت در شرایط خاکستری برای بررسی کیفیت روغن زیتون استفاده می شود.

داده های مورد نیاز این پژوهش طی شش ماه و از فروردین تا شهریور ۱۳۹۱ گردآوری شده است.

گام۱:تعیین خواسته‌ها و الزامات کیفی مشتریان

در این گام برای گردآوری و دسته‌بندی خواسته‌های مشتریان با ۱۰ نفر از فروشنگان عمده محصولات غذایی و ۲۰ نفر از مصرف کنندگان دائمی روغن زیتون مصاحبه شده است. در این مصاحبه ها از پاسخ دهندگان خواسته شد تا مهمترین انتظارات خود را از یک روغن زیتون مرغوب اعلام دارند و از پاسخ دهندگان خواسته شد جزئیات پاسخ های خود را بیان نمایند. برای سازماندهی اطلاعات جمع آوری شده از ابزار نمودار وابستگی[9] استفاده شد. در نهایت با توجه به نتیجه نظرسنجی ها چهار خواسته کیفی شامل طعم، بو، ظاهر و غلظت به عنوان خواسته‌های اصلی در نظر گرفته می‌شوند.

همچنین برای بدست آوردن الزامات کیفی با تیمی هفت نفره از کارشناسان تغذیه، صنایع غذایی وکیفیت مصاحبه شده و از روش بارش افکار برای گردآوری نظرات آنها استفاده شده است. مشخصه‌های فنی و مهندسی محصول مرتبط با الزامات کیفی برای تولید روغن زیتون شامل موارد شدت رنگ، چسبناکی، ترشی، میزان پلی فنول، مواد فرّار ، تلخی، تندی، شیرینی، پاکیزگی می-باشد.

گام۲: تعیین درجه اهمیت خاکستری خواسته‌های مشتریان

در این مرحله به منظور تعیین اهمیت هر یک از خواسته‌های مشتریان، ماتریس مقایسه زوجی، مطابق جدول شماره (۱) تشکیل می‌گردد. سپس با استفاده ازروش برنامه ریزی خطی آرمانی، مطابق رابطه (۲۳)، و با بهره‌گیری از نرم‌افزار LINGO11 وزن-های خاکستری برای خواسته های کیفی مشتریان از ماتریس مقایسات زوجی استخراج می‌گردد.

جدول شماره (۱): ماتریس مقایسه زوجی خواسته‌های کیفی مشتریان

WHAT	طعم	بو	ظاهر	غلظت
طعم	[۱,۱]	[۵,۷]	[۷,۹]	[۳,۵]
بو	[۱/۷,۱/۵]	[۱,۱]	[۱,۳]	[۱/۵,۱/۳]
ظاهر	[۱/۹,۱/۷]	[۱/۳,۱]	[۱,۱]	[۱/۷,۱/۵]
غلظت	[۱/۵,۱/۳]	[۳,۵]	[۵,۷]	[۱,۱]

برای استفاده از روش وزن‌دهی برنامه‌ریزی خطی آرمانی (رابطه (۲۳)) باید ماتریس مقایسه زوجی خاکستری را به دو ماتریس پای چپ و پای راست تجزیه کرد.

$$\otimes\overline{\boldsymbol{A}}=\begin{bmatrix} ۱ & ۷ & ۹ & ۵ \\ \frac{۱}{۵} & ۱ & ۳ & \frac{۱}{۳} \\ \frac{۱}{۷} & ۱ & ۱ & \frac{۱}{۵} \\ \frac{۱}{۳} & ۵ & ۷ & ۱ \end{bmatrix} \qquad \otimes\underline{\boldsymbol{A}}=\begin{bmatrix} ۱ & ۵ & ۷ & ۳ \\ \frac{۱}{۷} & ۱ & ۱ & \frac{۱}{۵} \\ \frac{۱}{۹} & \frac{۱}{۳} & ۱ & \frac{۱}{۷} \\ \frac{۱}{۵} & ۳ & ۵ & ۱ \end{bmatrix}$$

[9] Affinity Diagram

Archive of SID

www.SID.ir

با قرار دادن ماتریس پای چپ و پای راست تجزیه شده از ماتریس مقایسه زوجی خاکستری در برنامه‌ریزی خطی آرمانی (رابطه (۲۳)) وزن‌های خاکستری برای خواسته‌های مشتریان مطابق جدول شماره (۲) بدست می‌آید.

جدول شماره(۲): وزن‌های خاکستری خواسته‌های کیفی مشتریان

WHAT	طعم	بو	ظاهر	غلظت
$[\underline{w_i}, \overline{w_i}]$	[۰/۵۶۶۷ ,۰/۶۶۴۳]	[۰/ ۰۶۵۵ ,۰/۱۰۸۵]	[۰/۰۴۵۸, ۰/۰۴۵۸]	[۰/ ۲۲۴۴ ,۰/۲۷۹۰]

وزن‌های بدست آمده از ماتریس مقایسات زوجی به عنوان درجه اهمیت خواسته‌های مشتریان در خانه کیفیت (جدول شماره (۳)) قرار می‌گیرد.

گام۳و۴: ارزیابی خاکستری شرکت داخلی نسبت به شرکت خارجی

نتایج ارزیابی خاکستری سازمان که شامل ارزیابی وضعیت کنونی شرکت تولید روغن زیتون داخلی در برآورده کردن خواسته‌های مشتریان وارزیابی خاکستری رقبا که شامل ارزیابی وضعیت کنونی شرکت تولید روغن زیتون خارجی در برآورده کردن خواسته-های مشتریان (با در نظر گرفتن خواسته‌ها و نیازهای مشتریان) در جدول شماره (۳) آورده شده است. این ارزیابی سبب می‌شود شرکت مورد نظر جایگاه خود را نسبت به رقیب خارجی در مورد هر یک از خواسته‌های مشتریان بسنجد.

گام۵: تبدیل خواسته‌ها و الزامات کیفی به مشخصه‌های فنی و مهندسی محصول

تا زمانی که نیازمندی‌ها و خواسته‌های خریداران روغن زیتون به مشخصه‌های فنی ترجمه نشوند پیاده‌سازی آن‌ها کار بسیار دشواری است. در این گام ندای مشتری به زبان فنی مطرح می‌شود. مشخصه‌های فنی روغن زیتون با استفاده از روش بارش افکار[10] و اجماع نظر اعضای تیم QFD و با توجه به این‌که مشخصه‌های قابل اندازه‌گیری باشند تعیین شده اند. مشخصه‌های فنی و مهندسی محصول مرتبط با الزامات کیفی برای تولید روغن زیتون شامل موارد شدت رنگ، چسبناکی، ترشی، میزان پلی فنول، مواد فرّار ، تلخی، تندی، شیرینی، پاکیزگی می‌باشد.

گام۶ تا ۱۰: ماتریس همبستگی و اوزان خاکستری

نتایج تعیین میزان ارتباط میان خواسته‌ها و الزامات کیفی مشتریان و مشخصه‌های فنی و مهندسی و ارزیابی رقبا (با در نظر گرفتن الزامات فنی و مهندسی) و توسعه و بهبود خواسته‌ها و الزامات کیفی مشتریان، همچنین گام ۹ و ۱۰ که شامل تعیین اوزان خاکستری مطلق و نسبی خواسته‌ها و الزامات مشتریان و تعیین اوزان خاکستری مطلق و نسبی فنی و مهندسی، در جدول شماره(۳) قابل مشاهده است. همچنین با استفاده از رابطه ۸ اوزان نسبی بدست آمده برای خواسته‌ها و الزامات مشتریان و فنی و مهندسی با یکدیگر مقایسه گردید و نتایج در ستون رتبه جدول شماره (۳) نشان داده شده است.

گام۱۱: مفاهیم قابل استخراج از خانه کیفیت

با بررسی خانه کیفیت در جدول شماره (۳) نتایج زیر حاصل می‌شود:

- با توجه به رتبه‌های بدست آمده برای الزامات فنی، به نظر می‌رسد مشتریان ایرانی توجه زیادی به الزاماتی که مرتبط با خواسته‌های مرتبط با طعم روغن زیتون می‌باشد دارند. به همین دلیل به تولیدکنندگان توصیه می‌شود برای تامین رضایت مشتریان توجه ویژه‌ای به این الزامات فنی نمایند.
- می‌توان به صورت مداوم نیازمندی‌های خریداران روغن زیتون را درک کرد و با مشخصات فنی روغن زیتون مقایسه کرد.
- می‌توان با استفاده از اطلاعات (ارزیابی رقابتی) در خانه کیفیت به صورت مداوم کیفیت روغن زیتون تولید داخل را با شرکت‌های رقیب مقایسه کرده و تجزیه و تحلیل نمود.

[10] Brain Storming

Archive of SID

www.SID.ir

- می‌توان با استفاده از وزن‌های مطلق و رتبه‌بندی‌های بدست آمده برای الزامات فنی، میزان اهمیت هر یک از آن‌ها را در خواسته‌های مشتریان بدست آورد و با تاثیر دادن آن‌ها در تولید محصول قدرت رقابتی و کیفیت محصولات را نسبت به نمونه‌های خارجی بالا برد.
- شرکت‌های تولید روغن زیتون با کاربرد QFD و تکمیل خانه کیفیت می توانند از نتایج فوق‌الذکر استفاده نمایند که بی‌شک تاثیر چشم‌گیری در رضایت‌مندی خریداران این محصول خواهد داشت.

۳- نتیجه گیری

در دنیای امروزی مدیران و کارشناسان به منظور تصمیم‌گیری، با عدم قطعیت اطلاعات و پیچیدگی آن‌ها روبرو هستند. تحت این شرایط توسعه مدل‌های مورد استفاده در تصمیم‌گیری از جمله QFD امری ضروری است. بدین منظور استفاده از اعداد خاکستری برای مقابله با شرایط عدم قطعیت و عدم اطمینان پیشنهاد می‌گردد. در این مقاله روش QFD در شرایط خاکستری که به معنای شرایط ناقص و ناکافی بودن اطلاعات است، توسعه داده شد. همچنین از یک روش برنامه‌ریزی خطی به منظور بدست آوردن درجه اهمیت خاکستری خواسته‌های مشتریان، استفاده گردید. اعتبار این روش با استفاده از یک مطالعه موردی که به بررسی رضایتمندی مشتریان از کیفیت روغن زیتون یک شرکت داخلی نسبت به نمونه وارداتی خارجی می‌پردازد بررسی شد. اعداد بدست آمده به صورت اعداد خاکستری می‌باشد.

با توجه به کشف اثرات بسیار مفید روغن زیتون در سلامتی انسان، در سال‌های اخیر تقاضای این محصول بشدت در میان خانوارها افزایش یافته است. به دلیل تقاضای زیاد و عرضه کم و دلایل دیگر، سبب فاصله گرفتن شرکت‌های تولیدی از مساله کیفیت روغن زیتون و رضایت‌مندی مشتری شده است. این امر همراه با واردات محصولات با کیفیت خارجی سبب تهدیدی جدی برای تولید روغن زیتون داخلی شده است.

با توجه به جدید بودن استفاده از روغن زیتون به جای سایر روغن های خوراکی در میان خانواده های ایرانی اطلاعات ناقص و ناکافی در مورد خواسته های مصرف کنندگان این محصول وجود دارد و به همین دلیل در این پژوهش به دلیل مواجهه با داده های ناقص از مدل توسعه یافته روش گسترش عملکرد کیفیت در شرایط خاکستری برای بررسی کیفیت روغن زیتون ایرانی در مقایسه با نمونه وارداتی استفاده شده است.

بازار رقابتی روغن زیتون و قدرت کم رقابتی شرکت‌های داخلی موجب گرایش تولیدکنندگان به مسئله کیفیت روغن زیتون و رضایت‌مندی مشتریان شده و به دنبال آن استفاده از QFD در صنعت تولید روغن زیتون گسترش می‌یابد و این مقاله می‌تواند راهنمای خوبی در این زمینه باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد این روش کارا و قابل اطمینان است و شرکت‌های تولید روغن زیتون می‌توانند از نتایج این تحقیق برای افزایش رضایت‌مندی مشتریان خود بهره ببرند.

نتایج مهم این پژوهش و مزیت استفاده از اعداد خاکستری نسبت به سایر اعداد از جمله اعداد فازی چنین است:

۱- نیاز به داده های کم در شرایط خاکستری در حالی که سایر روش های آماری چند متغیره نظیر تحلیل مولفه های اصلی مستلزم وجود حجم انبوهی از اطلاعات است.

۲- روش گسترش عملکرد کیفیت در شرایط خاکستری توانایی مواجهه با ابهام در داده ها را دارد.

۳- در این روش ضمن پرهیز از پیچیدگیهای مدل سازی اعداد فازی و خطاپذیری مدل های قطعی از سادگی اعداد خاکستری استفاده می شود.

در پژوهش حاضر برای نخستین بار روش ترکیبی گسترش عملکرد کیفیت و برنامه ریزی آرمانی خطی به شرایط خاکستری توسعه یافته است. پیشنهاد می شود در پژوهش های آتی محققان موارد زیر بررسی گردد:

۱- استفاده از سیستم اعداد خاکستری در سایر مراحل چهارگانه QFD

۲- بررسی مقایسه ای میان نتایج حاصل از پژوهش حاضر و روش مبتنی بر اعداد قطعی و فازی

Archive of SID

www.SID.ir

HOWs / WHATs	شدت رنگ	چسبناکی	ترشی	پلی فنول کل	مواد فرّار	تلخی	تندی	شیرینی	پاکیزگی	درجه اهمیت	ارزیابی سازمان	ارزیابی رقیب	برنامه سازمان	نسبت بهبود	ضریب تصحیح	وزن مطلق	وزن نسبی	رتبه
طعم	[۵,۷]	[۱,۳]	[۸,۹]	[۳,۵]	[۵,۷]	[۸,۹]	[۸,۹]	[۸,۹]	[۲,۳]	[۰/۵۶۶۷ ,۰/۶۶۴۳]	[۵,۷]	[۵,۷]	[۷,۹]	[۱,۱/۸]	۱/۵	[۰/ ۸۵۰۱ ,۱/۷۹۳۶]	[۲۶/ ۹۴ ,۱۳۶/۸]	۱
بو	[۳,۵]	[۱,۳]	[۳,۵]	[۳,۵]	[۷,۹]	[۵,۷]	[۵,۶]	[۵,۷]	[۵,۷]	[۰/ ۰۶۵۵ ,۰/۱۰۸۵]	[۳,۵]	[۷,۹]	[۵,۷]	[۱,۲/۳۳]	۱/۲	[۰/ ۰۷۸۶ ,۰/۳۰۳۴]	[۲/ ۴۹ ,۲۳/۱۴]	۳
ظاهر	[۷,۹]	[۳,۵]	[۱,۳]	[۱,۳]	[۱,۳]	[۱,۳]	[۱,۳]	[۳,۵]	[۸,۹]	[۰/۰۴۵۸ , ۰/۰۴۵۸]	[۳,۵]	[۷,۹]	[۵,۷]	[۱,۱/۸]	۱	[۰/ ۰۴۵۸ ,۰/۰۸۲۴]	[۱/ ۴۵, ۶/۲۸]	۴
غلظت	[۷,۹]	[۵,۷]	[۲,۳]	[۵,۷]	[۳,۵]	[۲,۳]	[۲,۳]	[۳,۵]	[۳,۵]	[۰/ ۲۲۴۴ ,۰/۲۷۹۰]	[۵,۷]	[۶,۷]	[۷,۹]	[۱,۲/۳۳]	۱/۵	[۰/ ۳۳۶۶ ,۰/۹۷۵۱]	[۱۰/ ۶۷ ,۷۴/۳۷]	۲
وزن مطلق	[۲۳۷/ ۰۷ ,۱۷۹۹/ ۲]	[۸۷/ ۱۵ ,۱۰۳۲]	[۲۴۵/ ۸۶ ,۱۵۸۸/۹]	[۱۱۱/ ۱۲ ,۱۰۴۱/۷۲]	[۱۸۵/ ۶ ,۱۵۵۶/۶]	[۲۵۰/ ۸۱ ,۱۶۳۵/۲]	[۲۵۰/ ۸۳ ,۱۶۱۲/۱۲]	[۲۵۰/ ۸ ,۱۶۳۵/۲]	[۱۰۹/ ۹۸ ,۱۰۰۰/۸]									
وزن نسبی	[۱/ ۷۶ ,۱۰۴/ ۶۴]	[۰/ ۶۷, ۶۰/۰۱]	[۱/ ۹۱ ,۹۲/۴۱]	[۰/ ۸۶ ,۶۰/۵۸]	[۱/ ۴۴ ,۹۰/۵۳]	[۱/ ۹۴ ,۹۵/۱۰]	[۱/ ۹۴ ,۹۳/۷۵]	[۱/ ۹۴ ,۹۵/۱۰]	[۰/ ۸۵ ,۵۸/۲۰]									
رتبه	۱	۸	۵	۷	۶	۳	۴	۲	۹									

جدول شماره (۴): خانه کیفیت

۴- منابع

1- Ahmadi, A., & Fatola, M. (2003). A comprehensive approach to strategic management. Tehran, Publication of Knowledge.

2- Bennera, M., & Linnemann, A.R, & Jongen, W.M.F, & Folstar, P. (2003). Quality Function Deployment (QFD) can it be used to develop food products. Food Quality and Preference, 14, 327–339.

3- Bevilacqua, M., &Ciarapica, F.E., & Marchetti, B. (2012). Development and test a new fuzzy-QFD approach for characterizing customers rating. Food Quality and Preference, 24, 75-84.

4- Chang, P.C. (2006). Managing business attributes and performance for commercial banks. Journal of American Academy of Business, 9, 104-109.

5- Deng, G. (1988). Introduction of grey system theory. The Journal of Grey Systems, 1, 1-24.

6- Dikmen, I., & Birgonul, M.T., & Kiziltas, S. (2005). Strategically uses of quality function deployment (QFD) in the construction industry. Building and Environment, 40, 245–255.

7- Dong, G., & Yamaguchi, D., & Nagai, M. (2006). A grey-based decision makingapproach to the supplier selection problem. Mathematical andComputer Modeling, 46, 573-581.

8- Fang, M., & Tzeng, G. (2004). Combining grey relational and TOPSISconcepts for selecting an expatriate host country.Mathematical andcomputer modeling, 46, 1473-1490.

9- Jafarnejad, A., & Momeni, M., Abdali, M. (2010). Quality chocolate products in the food industry using QFD and AHP. Journal of Industrial Management, Faculty of Humanities, Islamic Azad University.

Archive of SID

www.SID.ir

10- K, D. (1994). Grey system and grey relational model ACM SIGCEBulletin. The Journal of Grey Systems 20, 1-9.
11- Kuo, D., & Yang, T., & Hung, G. (2008).The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision making problem. Computers and Industrial Engineering, 55, 80-93.
12- Li, G. D., Yamaguchi, D., & Nagai, M. (2007). A grey based decision-making approach to the supplier selection problem. Mathematical and Computer Modeling, 46(3-4), 573-581.
13- Lin, Y. H., Lee, P. C., & Ting, H. I. (2008). Dynamic multi attribute decision making model with grey number evaluations. Expert Systems with Applications, 35(4), 1638-1644.
14- Liu, H.T., & Tsai, Y.L. (2012).A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry. Safety Science, 50, 1067–1078.
15- Liu, S., & Lin, Y. (2006). Grey information: Theory and practical applications. Springer.
16- Li, Y.L., & Tang, J.F., & Chin, K.S.,& Han, Y., & Luo, X.G. (2012).A rough set approach for Estimating correlation measures in quality function deployment. Information Sciences, 189,126–142.
17- Mohamadi, A., Molaei, N. (2010). Application of gray multi-criteria decision making in evaluating companies' performance. Industrial Management, 2(4), 125-142.
18- Rezaeifar, A. (2005). The risk ranking of projects using multi-criteria decision making model. Second International Conference on Project Management.
19- Rezaei, K., Ashtiani, H. (2001). Client-centered approach to the design and improvement of product quality.
20- Shih, C.S., & Hsu, Y.T., & Yeh, J., & Lee, P.C. (2011). Grey number prediction using the grey modification model withprogression technique. Applied Mathematical Modeling, 35, 1314–1321.
21- Tai, Y.Y, & Lin, J.Y., & Chen, M.S., & Lin, M.C. (2011). A grey decision and prediction model for investment in the core-competitiveness of product development. Technological Forecasting & Social Change, 78(7), 1254- 1267.
22- Wang, Y.M., & Elhag, T. (2007). A goal programming method for obtaining interval weights from an interval comparison matrix. European Journal of Operational Research, 177, 458–471.
23- Wei, G.(2011). Grey relational analysis model for dynamic hybrid multiple attribute decision making. Knowledge-Based Systems, 24, 672–679.
24- Wiecek, M., & Ehrgott, M., & Fadel, G., & Figueira, J.R. (2005). Multiple criteria decision making for engineering. Omega, 36, 337-339.
25- Yousefie, S., & Mohammadi, M., & Haghighat Monfared, J. (2011). Selection effective management tools on setting European Foundation for Quality Management (EFQM) model by a quality function deployment (QFD) approach. Expert Systems with Applications, 38, 9633–9647.
26- Zarei, M., & Fakhrzad, M.B., & Jamali, M. (2011). Food supply chain leanness using a developed QFD model. Journal ofFood Engineering, 102, 25–33.
27- Zhai, L.Y., & Khoo, L.P, & Zhong, Z.W. (2010). Towards a QFD-based expert system: A novel extension to fuzzy QFD methodology using rough set theory. Expert Systems with Applications, 37, 8888–8896.

Archive of SID

www.SID.ir