



ارزیابی و رتبه بندی کیفی تأمین کنندگان صنعت گاز با رویکرد گسترش عملکرد کیفیت به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: پیمانکاران گاز رسانی شرکت گاز استان مازندران)

مجید اسفندیاری^۱، دکتر جواد رضاییان^۲، دکتر سید علی حدیقی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه علوم و فنون مازندران

۲- دکتر جواد رضاییان دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علوم و فنون مازندران j.rezaeian@ustmb.ac.ir

۳- دکتر سید علی حدیقی استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه علوم و فنون مازندران

چکیده

هدف اصلی تحقیق حاضر ارزیابی و رتبه بندی کیفی تأمین کنندگان صنعت گاز با رویکرد گسترش عملکرد کیفیت به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بوده است بدین منظور با مرور ادبیات ابتدا به شناسایی شاخص ها و ابعاد پرداخته شد در این راستا عوامل مؤثر در انتخاب پیمانکار در ۴ حوزه انتخاب شدند که عبارت بودند از عوامل استراتژیک، عوامل فنی، عوامل سازمانی و عوامل فرآیندی. با استفاده از پرسشنامه ی مقایسات زوجی اقدام به توزیع پرسشنامه در بین نمونه ی آماری که به تعداد ۴۵ نفر از کارشناسان و مدیران شد و بررسی جهت رتبه بندی عوامل با استفاده ی از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی پرداخته شد که بنا بر نتایج حاصله رتبه بندی عوامل در مقایسه عوامل اصلی مؤثر در انتخاب پیمانکار نشان از اولویت عوامل فنی، عوامل استراتژیک، عوامل سازمانی و عوامل فرآیندی داشت. در هر یک از زیر معیارها اقدام به رتبه بندی عوامل شد سپس با استفاده از شاخص های بدست آمده با استفاده از تکنیک گسترش عملکرد کیفیت اقدام به رتبه بندی پنج تأمین کننده ۱، تأمین کننده ۲، تأمین کننده ۳، تأمین کننده ۴ و تأمین کننده ۵ شد که با استفاده از این تکنیک و میزان اهمیتی که خبرگان به پرسشنامه در ارتباط با عوامل و شاخص ها دادند نتایج نشان از اولویت تأمین کننده ۵، تأمین کننده ۱، تأمین کننده ۲، تأمین کننده ۳ و تأمین کننده ۴ به عنوان ترتیب نواحی دارای عملکرد بهتر را در سطح پیمانکاران گاز رسانی شرکت گاز استان مازندران به عنوان تأمین کننده برتر نشان دادند.

کلیدواژگان: ارزیابی و رتبه بندی کیفی، تأمین کنندگان، صنعت گاز، گسترش عملکرد کیفیت، روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، پیمانکاران گاز رسانی شرکت گاز استان مازندران.

۱- مقدمه

ارزیابی، رتبه بندی و انتخاب پیمانکار اصلح نقش مهمی در موفقیت و ارتقاء سطح کیفی پروژه ایفا می نماید و یکی از مهمترین تصمیم گیری های مدیران می باشد. چراکه ارزیابی پیمانکاران براساس معیارهای تعریف شده و در نهایت انتخاب پیمانکار واجد شرایط سبب حذف پیمانکاران ناکارآمد و ارتقاء سطح کیفی ارائه خدمات می گردد. اهمیت برآوردن الزامات فنی با توجه به نیازمندی های مشتریان از یکسو و در نظر گرفتن محدودیت های پیمانکاران باعث می شود روش و معیارهای ارزیابی، رتبه بندی مسأله مهمی برای مدیریت مهندسی باشد. این موضوع به معنای ایجاد روشی برای برآورده کردن خواسته های مشتری در قالب پارامترهایی ملموس است به طوریکه بتواند مطلوبیت مورد نظر مشتری را به وی ارائه دهد و معیارهای



درستی جهت تصمیم‌گیری به مدیران ارائه کند. استفاده از ابزارهای کیفی، از جمله گسترش عملکرد کیفی در پروژه‌ها مختلف به منظور بالا بردن کیفیت فرایند اجرا و ارائه خدمات، قابل توجه می‌باشد که علاوه بر شناسایی شاخص‌های مؤثر بر انتخاب پیمانکار، میزان اهمیت و اولویت بندی شاخص‌های مذکور در تصمیم‌گیری گروهی تعیین نموده و جهت انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار مدلی قابل اتکا ارائه می‌نماید. این پژوهش با ارائه رویکردی مناسب برای اولویت بندی پیمانکاران بدنبال ارائه مدلی جهت تعالی کیفیت و بهبود اثر بخشی و کارایی پیمانکاران مختلف در دستیابی به برآوردن نیازهای مشتریان را هدف گرفته است. این گسترش عملکرد کیفیت، با ایجاد سیستم تضمین کیفیت که وضوح شنیدن صدای مشتریان رکن اصلی آن است به ما کمک می‌نماید تا با مشخص کردن معیارهای مهم برای انتخاب پیمانکار مناسب، مدیران را در اتخاذ تصمیم‌های مربوط به برون سپاری یاری کنند.

به منظور مدیریت مناسب زنجیره تأمین، ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مسئله در واقع مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است که در آن عمل تصمیم‌گیری براساس یکسری معیارهای کیفی و کمی صورت می‌گیرد. مدل‌های تعالی طی فرایند ارزیابی، به پایش منظم و جامع از فعالیت‌های خدماتی می‌پردازند. براساس مدل مفهومی خانه تعالی اثربخشی ارزیابی‌های کیفی در دستیابی به نیازهای ارتقاء کیفی با رویکرد گسترش عملکرد کیفیت به همراه مدل‌های تلفیقی دیگر نظیر تحلیل سلسه مراتبی داده‌ها به منظور بالا بردن کیفیت خدمات قابل توجه می‌باشد. اهداف این پژوهش بررسی امکان ایجاد رابطه معنا داری از خواسته‌های مشتری به همراه برآوردن الزامات لازم اجرا در برابر محدودیت‌های پیمانکاران می‌باشد به نحوی که عملاً منجر به ارتقاء سطح کیفی خدمات پیمانکاران و به تبع آن افزایش سطح رضایتمندی مشتریان می‌شود. انجام این پژوهش می‌تواند الگویی ساده و مؤثر در جهت کمک به مدیران پروژه برای ارتقاء کیفی پیمانکاران و اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی با توجه به سهولت در ارزیابی و رتبه بندی آن‌ها ایفا نماید.

۲. روش شناسایی

جامعه آماری عبارت است از مجموعه‌ای از افراد یا واحدها که دارای حداقل صفت مشترک باشند. صفت مشترک صفتی است که بین همه عناصر جامعه آماری مشترک، و متمایز کننده جامعه آماری از سایر جوامع باشد. جامعه آماری عبارت است از همه اعضای واقعی یا فرضی که علاقمند هستیم یافته‌های پژوهش را به آن‌ها تعمیم دهیم. جامعه آماری پژوهش حاضر شرکت گاز استان مازندران است. روش نمونه‌گیری این پژوهش از نوع غیراحتمالی است نمونه‌گیری غیراحتمالی بجای تکیه بر عامل شانس، نمونه به مدد قضاوت انسانی انتخاب می‌شود. شانس وارد شدن هر یک از واحدهای جمعیت در نمونه، نامعین و نامعلوم است. آنجاییکه تعداد افراد و کارشناسانی که باید در نمونه مدنظر جهت تکمیل پرسشنامه AHP فازی براساس عوامل مختلف محدود بوده و با توجه به شناخت محقق از افرادی که در این دسته‌ها قرار می‌گیرند مشخص و از پیش تعیین شده‌اند روش نمونه‌گیری تحقیق حاضر روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند قضاوتی می‌باشد. افراد خبره‌ای جهت انتخاب نمونه که به موضوع پژوهش تخصص داشته باشند و در دسترس محقق باشند تعداد ۱۵ نفر انتخاب شدند. در پژوهش حاضر جهت جمع‌آوری داده‌ها از دو پرسشنامه به شرح زیر استفاده شده است:

الف. پرسشنامه براساس طیف لیکرت جهت غربالگری شاخص‌های پژوهش.

ب. پرسشنامه مقایسه زوجی براساس طیف ۹ تایی ساعتی برای محاسبه وزن با روش ahp فازی.

ج. طیف ۵ تایی فازی جهت بررسی میزان ارتباط در ماتریس خانه کیفیت.



۳. تئوری فازی

قضاوت‌های افراد در مورد ارجحیت‌ها اغلب برای تخمین ارزش عددی دقیق غیر شفاف است، منطق فازی برای بدست آوردن مسائلی که دارای ابهام و عدم قطعیت هستند مفید است. تئوری فازی اولین بار توسط علی عسگرزاده (۱۹۶۵) [1] برای هماهنگی عدم قطعیت درک بشر از مدل ارائه شد. اعداد فازی را با نماد “~” بالای عدد نشان می‌دهند. اعداد فازی مثلثی به صورت (l, m, u) ارائه می‌شود. که پارامترهای l , m و u به ترتیب کوچک‌ترین مقدار ممکن مورد انتظار، مقدار محتمل‌تر مورد انتظار و بیشترین مقدار ممکن مورد انتظار می‌باشند. هر عدد فازی مثلثی به صورت نمایش خطی از طرف راست و چپش به منظور تابع عضویتش می‌توانیم به صورت زیر تعریف کنیم:

$$\mu\left(\frac{x}{M}\right) = \begin{cases} 0 & x < l \\ \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u \\ 0 & x > u \end{cases}$$

عمل جمع اعداد فازی

$$(L_1, M_1, U_1) \oplus (L_2, M_2, U_2) = (L_1 + L_2, M_1 + M_2, U_1 + U_2) \quad (1)$$

عمل ضرب اعداد فازی

$$(L_1, M_1, U_1) \otimes (L_2, M_2, U_2) = (L_1 L_2, M_1 M_2, U_1 U_2) \quad (2)$$

برای هر عدد حقیقی K

$$k(L_1, M_1, U_1) = (kL_1, kM_1, kU_1) \quad (3)$$

عمل تفریق اعداد فازی مثلثی

$$(L_1, M_1, U_1) \ominus (L_2, M_2, U_2) = (L_1 - U_2, M_1 - M_2, U_2 - L_1) \quad (4)$$

عمل تقسیم اعداد فازی مثلثی

$$(L_1, M_1, U_1) / (L_2, M_2, U_2) = (L_1 / U_2, M_1 / M_2, U_2 / L_1) \quad (5)$$

معکوس اعداد فازی مثلثی



$$(L_1, M_1, U_1)^{-1} = \left(\frac{1}{U_1}, \frac{1}{M_1}, \frac{1}{L_1} \right) \quad (6)$$

روش دلفی برای نخستین بار توسط دالکی و هلمر در ۱۹۶۳ [۲] ارائه شد. این تکنیک روشی پیمایشی مبتنی بر نظرهای متخصصان است و ۳ خصوصیت اصلی دارد که عبارت اند از: پاسخ بی نام، تکرار و بازخورد کنترل شده و در نهایت پاسخ گروهی آماری. این تکنیک روشی نظام مند به منظور جمع آوری و هماهنگی قضاوت‌های آگاهانه گروهی از متخصصان درباره سؤال یا موضوعی خاصی است. در موقعیت‌های واقعی، قضاوت متخصصان نمی‌تواند به صورت اعداد کمی قطعی بیان و تفسیر شود؛ داده‌ها و اعداد قطعی به منظور مدل کردن سیستم‌های دنیای واقعی بعثت ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت تصمیم گیرندگان ناکافی است. به منظور غلبه بر این مشکل که به وسیله لطفی زاده د «نظریه مجموعه‌های فازی» ۱۹۶۵ ارائه شد، ابزار مناسبی برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت موجود در فرآیند تصمیم گیری است. در این پژوهش از روش دلفی فازی به منظور تأیید و غربالگری شاخص‌های شناسایی شده استفاده شده است. این روش ترکیبی از روش دلفی و نظریه مجموعه‌های فازی است که ایشیکاوا و همکاران ارائه شد. گام‌های روش دلفی فازی عبارتند از [۳]:

الف. شناسایی شاخص‌های پژوهش با استفاده از مرور جامع مبانی نظری پژوهش
ب. جمع آوری نظرهای متخصصان تصمیم گیرنده: در این گام بعد از شناسایی معیارهای زنجیره تأمین، گروه تصمیم گیری متشکل از خبرگان مرتبط با موضوع پژوهش تشکیل شده و پرسشنامه‌ها به منظور تعیین مرتبط بودن شاخص‌های شناسایی شده با موضوع اصلی پژوهش و غربالگری برای آن‌ها ارسال می‌شود.

جدول ۱- عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی [۴]

عبارات زبانی	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم	(0,0,0.25)
کم	(0,0.25,0.5)
متوسط	(0.25,0.5,0.75)
زیاد	(0.5,0.75,1)
خیلی زیاد	(0.75,1,1)

ج. تأیید و غربالگری شاخص‌ها: اینکار از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه $\bar{G}$ صورت می‌پذیرد. مقدار آستانه با استنباط ذهنی تصمیم‌گیرنده معین می‌شود و مستقیم بر روی تعداد عواملی که غربال می‌شوند تأثیر خواهد داشت هیچ راه ساده و قانونی برای تعیین مقدار آستانه وجود ندارد. مقدار ۰.۵ به عنوان مقدار آستانه در نظر گرفته شده است. برای اینکار ابتدا باید مقادیر فازی مثلثی نظرهای خبرگان محاسبه شده برای محاسبه میانگین نظرات n پاسخ دهنده، میانگین فازی آن‌ها محاسبه شود. محاسبه عدد فازی τ برای هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روابط زیر صورت می‌گیرد [۵]

$$\bar{\tau}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

$$a_j = \sum \frac{a_{ij}}{n} \quad (8)$$



$$b_j = \sum \frac{b_{ij}}{n} \quad (9)$$

$$c_j = \sum \frac{c_{ij}}{n} \quad (10)$$

در روابط بالا اندیس i به فرد خبره و اندیس j به شاخص تصمیم‌گیری اشاره دارد. مقدار دیفازی شده میانگین عدد فازی از رابطه زیر بدست می‌آید [۶].

$$Crisp = \frac{a + b + c}{3} \quad (11)$$

۴- روش AHP فازی

این پژوهش برگرفته از روش میانگین هندسی با کلی می‌باشد [۷]. این روش به AHP فازی بهبود یافته معروف است. گام‌های این روش در زیر آورده شده است. فرض کنید $\tilde{P}_{ij}$ مجموعه‌ای از ترجیحات تصمیم‌گیران در مورد شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها باشد. ماتریس مقایسات زوجی بصورت زیر تشکیل می‌شود:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{P}_{12} & \tilde{P}_{1n} \\ \tilde{P}_{21} & 1 & \tilde{P}_{2n} \\ \tilde{P}_{n1} & \tilde{P}_{n2} & 1 \end{bmatrix}$$

که n تعداد عناصر مرتبط در هر سطر است. اوزان فازی هر شاخص ماتریس مقایسات زوجی به وسیله روش میانگین هندسی باکلی بدست می‌آید [۸] میانگین هندسی ارزش مقایسات فازی شاخص i به هر شاخص از رابطه (۱۲) بدست می‌آید.

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (12)$$

سپس وزن فازی $\tilde{r}_i$ به وسیله عدد فازی مثلثی نشان داده می‌شود.

$$w_i = r_i \otimes (r_1 \oplus r_2 \oplus \dots \oplus r_m)^{-1} \quad (13)$$

بعد از محاسبه فاکتورهای وزن فازی، به وسیله رابطه (۱۴) وزن‌ها را دیفازی کرده و سپس نرمال می‌کنیم.

$$w_{crisp} = \frac{l + 2m + u}{4} \quad (14)$$

در این پژوهش جهت محاسبه وزن در مقایسات زوجی، از عبارات کلامی و اعداد فازی مثلثی مندرج در جدول (۲) استفاده شده است.

جدول ۲- عبارات کلامی و اعداد فازی جهت مقایسات زوجی

کد	اولویت‌ها	معادل فازی اولویت‌ها		
		حد پایین ($\bar{L}$)	حد متوسط (m)	حد بالا (u)
۱	اهمیت یکسان	۱	۱	۱



۲	یکسان تا نسبتاً مهمتر	۱	۲	۳
۳	نسبتاً مهم تر	۲	۳	۴
۴	نسبتاً مهمتر تا اهمیت زیاد	۳	۴	۵
۵	اهمیت زیاد	۴	۵	۶
۶	اهمیت زیاد تا بسیار زیاد	۵	۶	۷
۷	اهمیت بسیار زیاد	۶	۷	۸
۸	بسیار زیاد تا کاملاً مهمتر	۷	۸	۹
۹	کاملاً مهمتر	۸	۹	۱۰

۵- سازگاری در قضاوت‌ها

تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند تحلیل سلسله مراتبی براساس قضاوت اولیه تصمیم گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را مخدوش می‌سازد. نرخ ناسازگاری^۱ که در ادامه با نحوه محاسبه آن آشنا خواهیم شد، وسیله‌ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. برای مثال اگر گزینه A نسبت به B مهمتر و B نسبتاً مهمتر باشد، آنگاه باید انتظار داشت A نسبت به C خیلی مهمتر ارزیابی گردد یا اگر ارزش ترجیحی A نسبت به B، ۲ و B نسبت به C، ۳ باشد آنگاه ارزش A نسبت به C باید ارزش ترجیحی ۴ را ارائه کند. شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتی که تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسات به راحتی میسر نبوده و باید با بکارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر اینصورت مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود. در حالت فازی نیز ابتدا باید اعداد فازی را به عدد قطعی تبدیل نمود سپس قدم‌های زیر برای محاسبه نرخ ناسازگاری بکار گرفته شود:

۱. محاسبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی را در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب کنید بردار جدیدی را که به این طریق بدست می‌آورید، بردار مجموع وزنی^۲ بنامید.

۲. محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار اولویت نسبی تقسیم کنید. بردار حاصل بردار سازگاری^۳ نامیده می‌شود.

۳. بدست آوردن λ_{max} ، میانگین عناصر برداری سازگاری λ_{max} را بدست می‌دهد.

۴. محاسبه شاخص سازگاری: شاخص سازگاری بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (15)$$

n عبارتست از تعداد گزینه‌های موجود در مساله

۵. محاسبه نسبت سازگاری: نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی^۴ بدست می‌آید.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

1 - Inconsistency Ratio (I.R)

2 - Weighted sum Vector=WSV

3 - Consistency Index = CI

4 - Random Index = RI



(16)

نسبت سازگاری ۰/۱ یا کمتر سازگاری در مقایسات را بیان می کند [۹]. شاخص تصادفی از جدول زیر استخراج می شود.

جدول ۳- شاخص سازگاری تصادفی (RI)

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
RI	۰	۰.۵۸	۰.۹	۱.۱۲	۱.۲۴	۱.۳۲	۱.۴۱	۱.۴۵	۱.۴۹	۱.۵۱	۱.۴۸	۱.۵۶	۱.۵۷	۱.۵۹

۶. ماتریس خانه کیفیت QFD

خانه کیفیت ماتریسی است که در آن رابطه میان Whats و Hows مشخص می گردد. بواسطه شباهت این ماتریس به شکل خانه، به آن خانه کیفیت اطلاق می شود. خانه کیفیت بر خلاف ظاهر پیچیده و گیج کننده اش حاوی مطالب مهم و مفیدی است که در صورت تهیه و تنظیم دقیق و مناسب آن، ضمن ارائه و حاصل آمدن اطلاعات با ارزشی در مورد محصول، به واسطه گستردگی و تنوع مفاهیم استخراج شده از آن، از آن نقطه پایانی پروژه های واقعی QFD یاد می شود. پیاده سازی این ماتریس در محیط فازی باعث دقت در نتایج بدلیل حذف عدم قطعیت ها می شود.

۶-۱. مراحل روش QFD فازی

- الف. تعیین چه ها و مشخص نمودن وزن آن ها: براساس مطالعات پیشین و نظرات افراد متخصص چه ها استخراج می شود در واقع در این پژوهش، چه ها، همان نیازهای شرکت در رابطه با پیمانکاران می باشد.
- ب. تعیین چگونه ها: براساس نحوه انجام چه ها، چگونه ها استخراج می شوند در واقع چگونه ها همان برطرف کننده موارد مربوط به چه ها هستند. در این پژوهش چگونه ها، در واقع معیارهای پیمانکاران می باشد.
- ج. تعیین همبستگی بین چگونه ها: همبستگی بین چگونه ها با استفاده از همبستگی مثبت یا همبستگی منفی مورد استفاده قرار می گیرد.
- د. تعیین روابط بین چه ها و چگونه ها



جدول ۴- عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر جهت ارتباط بین *What* ها و *How* ها

کد	میزان ارتباط	معادل فازی اولویت‌ها		
		حد پایین (L)	حد متوسط (m)	حد بالا (u)
۱	خیلی کم	۱	۱	۳
۲	کم	۱	۳	۵
۳	متوسط	۳	۵	۷
۴	زیاد	۵	۷	۹
۵	خیلی زیاد	۷	۹	۱۱

هنگامیکه از نظرات چند متخصص برای تعیین روابط بین چه‌ها و چگونه‌ها استفاده شود برای ادغام از روش میانگین حسابی براساس رابطه (۱۷) استفاده می‌شود. در رابطه (۱۷)، k تعداد چه‌ها، m تعداد چگونه‌ها و n تعداد افراد متخصص می‌باشد.

$$Score = \{S_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, m\}$$

$$S_{ij} = \frac{1}{n} \otimes (S_{ij1} \oplus S_{ij2} \oplus S_{ij3} \oplus \dots \oplus S_{ijn}) \quad (17)$$

الف. تعیین وزن فازی چگونه‌ها

$$Weight = \{W_j \mid j = 1, 2, \dots, m\}$$

$$W_j = \frac{1}{K} \otimes (S_{j1} \oplus w_1) \oplus \dots \oplus (S_{jk} \oplus w_k) \quad (18)$$

ب. تعیین وزن غیرفازی چگونه‌ها

$$W_j^{\text{غیرفازی}} = \frac{W_{j\alpha} + W_{j\beta} + W_{j\gamma}}{3} \quad (19)$$

۷- ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخ دهندگان

جدول ۵- توزیع فراوانی جنسیت پاسخگویان

جنسیت	فراوانی	درصد
مرد	۱۳	۸۶.۶۷
زن	۲	۱۳.۳۳
جمع	۱۵	۱۰۰



جدول ۶- توزیع فراوانی سطح تحصیلات متخصصان

سطح تحصیلات	فراوانی	درصد
لیسانس	۹	۶۰
فوق لیسانس	۴	۲۶.۶۷
دکتر	۲	۱۳.۳۳
جمع	۱۵	۱۰۰

جدول ۷- توزیع فراوانی سن متخصصان

سن	فراوانی	درصد
۳۰ - ۴۰	۶	۴۰
۴۰ - ۵۰	۷	۴۶.۶۷
بالتر از ۵۰	۲	۱۳.۳۳
جمع	۱۵	۱۰۰

جدول ۸- توزیع فراوانی سابقه کار متخصصان

سابقه کار (سال)	فراوانی	درصد
۵ - ۱۵	۶	۴۰
۱۵ - ۲۰	۶	۴۰
بالتر از ۲۰	۳	۲۰
جمع	۱۵	۱۰۰

جدول ۹- نتایج نظرات خبرگان

دسته اصلی	شاخص	میزان اهمیت				
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
HOWs	حمایت مدیران ارشد و مسایل قانونی	۱	۲	۴	۵	۳
	منابع انسانی	۱	۲	۳	۵	۴
	نوع نیاز و ترجیحات مشتری	۳	۵	۵	۲	۰
	قابلیت طراحی و اجرا	۳	۵	۴	۳	۰
	زنجیره تأمین کیفی سبز	۴	۵	۵	۰	۱
	همکاری و هماهنگی متقابل بین سازمانی	۱	۷	۴	۳	۰
	کارایی و اثربخشی خدمات	۱	۱	۲	۵	۶
	توانایی فنی و تجهیزاتی	۱	۱	۵	۳	۵
	گارانتی و وارانتی	۳	۴	۴	۴	۰
	آموزش و آمادگی سازمانی	۱	۵	۵	۳	۱



میزان اهمیت					شاخص	دسته اصلی
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم		
۳	۳	۴	۵	۰	مقبولیت	
۳	۵	۱	۵	۱	وضعیت مالی	
۱	۳	۵	۵	۱	ساختار و انسجام سازمانی	
۱	۳	۵	۴	۲	عوامل برون سازمانی	
۱	۴	۴	۵	۱	قابلیت و سهولت دسترسی	
۱	۵	۲	۶	۱	قابلیت تعامل پذیری و تسهیم اطلاعات	
۶	۳	۳	۲	۱	تأمین سبز و بازیافت	
۱	۳	۴	۵	۲	یکپارچگی و ارتباطات مؤثر	
۶	۴	۵	۰	۰	تحويل به موقع	WHATs
۵	۵	۲	۲	۱	کیفیت	
۴	۷	۲	۰	۲	هزینه	
۸	۶	۱	۰	۰	تأیید ناظر	
۴	۶	۲	۲	۱	ایمنی	
۴	۷	۱	۲	۱	مصرف انرژی و آلودگی و ضایعات	
۱	۱	۶	۶	۱	رعایت استاندارد ملی	

۸- امتیاز فازی و غیر فازی (قطعی)

$$\text{امتیاز فازی} = \frac{1 \times (0,0,0.25) + 2 \times (0,0.25,0.5) + 4 \times (0.25,0.5,0.75) + 5 \times (0.5,0.75,1) + 3 \times (0.75,1,1)}{15}$$

$$= (0.383,0.617,0.817)$$

$$\text{امتیاز قطعی} = \frac{0.383 + 0.617 + 0.817}{3} = 0.606$$

جدول ۱۰- نتایج دلفی فازی

وضعیت	میانگین غیر فازی	میانگین فازی	شاخص	دسته اصلی
تأیید	۰.۶۰۶	(۰.۳۸۳,۰.۶۱۷,۰.۸۱۷)	حمایت مدیران ارشد و مسایل قانونی	HOWs
تأیید	۰.۶۳۳	(۰.۴۱۷,۰.۶۵,۰.۸۳۳)	منابع انسانی	
رد	۰.۳۶۷	(۰.۱۵,۰.۳۵,۰.۶)	نوع نیاز و ترجیحات مشتری	
رد	۰.۳۸۳	(۰.۱۶۷,۰.۳۶۷,۰.۶۱۷)	قابلیت طراحی و اجرا	
رد	۰.۳۳۳	(۰.۱۳۳,۰.۳۱۷,۰.۵۵)	زنجیره تأمین کیفی سبز	
رد	۰.۴۰۶	(۰.۱۶۷,۰.۴,۰.۶۵)	همکاری و هماهنگی متقابل بین سازمانی	



وضعیت	میانگین غیرفازی	میانگین فازی	شاخص	دسته اصلی
تأیید	۰.۷۰۶	(۰.۵, ۰.۷۳۳, ۰.۸۸۳)	کارایی و اثربخشی خدمات	
تأیید	۰.۶۴۴	(۰.۴۳۳, ۰.۶۶۷, ۰.۸۳۳)	توانایی فنی و تجهیزاتی	
رد	۰.۴۱۷	(۰.۲, ۰.۴, ۰.۶۵)	گارانتی و وارانته	
رد	۰.۴۶۷	(۰.۲۳۳, ۰.۴۶۷, ۰.۷)	آموزش و آمادگی سازمانی	
تأیید	۰.۵۵۰	(۰.۳۱۷, ۰.۵۶۷, ۰.۶۶۷)	مقبولیت	
تأیید	۰.۵۵۶	(۰.۳۳۳, ۰.۵۶۷, ۰.۷۶۷)	وضعیت مالی	
رد	۰.۴۶۷	(۰.۲۳۳, ۰.۴۶۷, ۰.۷)	ساختار و انسجام سازمانی	
رد	۰.۴۵۶	(۰.۲۳۳, ۰.۴۵, ۰.۶۸۳)	عوامل برون سازمانی	
رد	۰.۴۸۳	(۰.۲۵, ۰.۴۸۳, ۰.۷۱۷)	قابلیت و سهولت دسترسی	
رد	۰.۴۸۳	(۰.۲۵, ۰.۴۸۳, ۰.۷۱۷)	قابلیت تعامل پذیری و تسهیم اطلاعات	
تأیید	۰.۶۵۶	(۰.۴۵, ۰.۶۸۳, ۰.۸۳۳)	تأمین سبز و بازیافت	
رد	۰.۴۳۹	(۰.۲۱۷, ۰.۴۳۳, ۰.۶۶۷)	یکپارچگی و ارتباطات مؤثر	
تأیید	۰.۷۳۳	(۰.۵۱۷, ۰.۷۶۷, ۰.۹۱۷)	تحويل به موقع	WHATs
تأیید	۰.۶۶۱	(۰.۴۵, ۰.۶۸۳, ۰.۸۵)	کیفیت	
تأیید	۰.۶۷۲	(۰.۴۶۷, ۰.۶۸۳, ۰.۸۶۷)	هزینه	
تأیید	۰.۸۲۲	(۰.۶۱۷, ۰.۸۶۷, ۰.۹۸۳)	تأییده ناظر	
تأیید	۰.۶۵۰	(۰.۴۳۳, ۰.۶۶۷, ۰.۸۵)	ایمنی	
تأیید	۰.۶۶۷	(۰.۴۵, ۰.۶۸۳, ۰.۸۶۷)	مصرف انرژی و آلودگی و ضایعات	
رد	۰.۴۱۷	(۰.۱۸۳, ۰.۴۱۷, ۰.۶۵)	رعایت استاندارد ملی	

۸-۱- جمع بندی روش دلفی فازی

جدول ۱۱- what ها و Hows های تأیید شده نهایی

کد	شاخص	دسته اصلی
H1	حمایت مدیران ارشد و مسایل قانونی	HOWs
H2	منابع انسانی	
H3	کارایی و اثربخشی خدمات	
H4	توانایی فنی و تجهیزاتی	
H5	مقبولیت	
H6	وضعیت مالی	
H7	تأمین سبز و بازیافت	
W1	تحويل به موقع	WHATs



کد	شاخص	دسته اصلی
W2	کیفیت	
W3	هزینه	
W4	تأیید ناظر	
W5	ایمنی	
W6	مصرف انرژی و آلودگی و ضایعات	

۸-۲- نتایج روش AHP فازی

در مرحله قبل what ها و Hows های پژوهش شناسایی و تأیید شدند. در این گام به محاسبه وزن Whats ها با استفاده از روش ahp فازی پرداخته می شود ابتدا مقایسات زوجی ۶ what تشکیل می شود و در اختیار ۱۵ پاسخ دهند قرار داده شد. بعد از پاسخگویی به مقایسات زوجی، نرخ ناسازگاری جداول محاسبه شد که همگی از ۰.۱ کوچکتر بود که نشان دهنده این است که ثبات و قابلیت اطمینان مقایسات زوجی در حد قابل قبولی است سپس با استفاده از روش میانگین هندسی پاسخها ادغام شد و در قالب مقایسات زوجی ادغام شده در جدول (۱۲) آورده شده است.

جدول ۱۲- مقایسات زوجی معیارها (نرخ ناسازگاری: ۰.۰۱)

	W1	W2	W3	W4	W5	W6
W1	(1,1,1)	(0.391,0.507,0.66)	(1.602,2.088,2.759)	(0.312,0.415,0.592)	(0.414,0.57,0.793)	(1.682,2.251,2.696)
W2	(1.514,1.974,2.556)	(1,1,1)	(1.441,2.005,2.636)	(0.572,0.732,0.951)	(0.932,1.265,1.654)	(2.107,2.968,3.899)
W3	(0.362,0.479,0.624)	(0.379,0.499,0.694)	(1,1,1)	(0.386,0.549,0.765)	(0.472,0.596,0.803)	(1.781,2.496,3.293)
W4	(1.688,2.412,3.206)	(1.052,1.366,1.747)	(1.308,1.822,2.594)	(1,1,1)	(1.213,1.551,1.983)	(4.026,5.168,6.248)
W5	(1.262,1.755,2.413)	(0.605,0.79,1.072)	(1.245,1.677,2.117)	(0.504,0.645,0.825)	(1,1,1)	(3.116,4.034,4.891)
W6	(0.337,0.444,0.595)	(0.256,0.337,0.475)	(0.304,0.401,0.561)	(0.16,0.193,0.248)	(0.204,0.248,0.321)	(1,1,1)

در این گام براساس رابطه (۱۱) و (۱۲) ابتدا میانگین هندسی اعداد فازی هر سطر جدول (۱۲) را محاسبه می کنیم و سپس هر میانگین هندسی حاصل را بر مجموع میانگین های هندسی تقسیم می کنیم تا وزن فازی حاصل شود سپس هر وزن فازی را با استفاده از رابطه $\frac{l+2m+u}{4}$ غیرفازی می کنیم و برای نرمال سازی هر وزن غیرفازی کفایت آن وزن را بر مجموع وزن های غیرفازی تقسیم کنیم. به عنوان مثال برای معیار W1 در جدول (۱۱) محاسبات به صورت زیر است:

ابتدا میانگین هندسی درایه های سطرهای جدول (۱۱) را محاسبه می کنیم که به صورت زیر می شود.

$$\text{میانگین هندسی سطر اول} = [(1,1,1) \times (0.391,0.507,0.66) \times (1.602,2.088,2.759) \times (0.312,0.415,0.592) \times (0.414,0.57,0.793) \times (1.682,2.251,2.696)]^{\frac{1}{6}} = (0.717,0.909,1.168)$$

به طریق مشابه برای سطرهای دیگر نیز این محاسبات صورت می گیرد که نتایج در ستون ۲ جدول (۱۶) برای کلیه سطرهای آورده شده است سپس مجموع تمامی این میانگین های هندسی را بدست می آوریم که برابر با (۵.۳۵۶,۶.۷۹۳,۸.۵۳۹) می شود سپس وزن فازی هر معیار برابر با میانگین هندسی سطر آن معیار تقسیم بر مجموع میانگین های هندسی. به عنوان مثال برای معیار C1 وزن فازی به صورت زیر می شود:



$$W1 \text{ وزن فازی} = \frac{(0.717, 0.909, 1.168)}{(5.35, 6.793, 8.539)} = (0.084, 0.134, 0.218)$$

برای کلیه معیارهای نیز عملیات مشابه صورت می گیرد که وزن های فازی در ستون سوم جدول (۱۶) آورده شده است. سپس برای غیرفازی کردن هر وزن فازی به طریق زیر انجام می شود.

$$W1 \text{ وزن فازی} = (0.084, 0.134, 0.218) \Rightarrow W1 \text{ وزن غیر فازی} = \frac{0.084 + 2 \times 0.134 + 0.218}{4} = 0.142$$

برای کلیه معیارها نیز این فرایند صورت می گیرد که نتایج در ستون چهارم جدول (۱۶) آورده شده است سپس برای نرمال سازی هر وزن غیر فازی به طریق زیر عمل می کنیم.

$$W1 \text{ وزن غیر فازی} = 0.142 \Rightarrow W1 \text{ وزن نرمال} = \frac{0.142}{0.142 + 0.23 + 0.119 + 0.295 + 0.209 + 0.059} = 0.135$$

جدول ۱۳- وزن فازی و غیرفازی معیارهای اصلی

نام معیار	میانگین هندسی $(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij})^{1/n}$	وزن فازی $(\tilde{W})$	وزن غیرفازی	وزن نرمال
W1	(۰.۷۱۷, ۰.۹۰۹, ۱.۱۶۸)	(۰.۰۸۴, ۰.۱۳۴, ۰.۲۱۸)	۰.۱۴۲	۰.۱۳۵
W2	(۱.۱۶۱, ۱.۴۸۹, ۱.۸۵۹)	(۰.۱۳۶, ۰.۲۱۹, ۰.۳۴۸)	۰.۲۳۰	۰.۲۱۸
W3	(۰.۵۹۶, ۰.۷۶۲, ۰.۹۷۸)	(۰.۰۷, ۰.۱۱۲, ۰.۱۸۳)	۰.۱۱۹	۰.۱۱۳
W4	(۱.۴۹۹, ۱.۹۰۷, ۲.۳۷۶)	(۰.۱۷۶, ۰.۲۸۱, ۰.۴۴۴)	۰.۲۹۵	۰.۲۸۰
W5	(۱.۰۶۹, ۱.۳۵, ۱.۶۷۵)	(۰.۱۲۵, ۰.۱۹۹, ۰.۳۱۳)	۰.۲۰۹	۰.۱۹۸
W6	(۰.۳۰۸, ۰.۳۷۷, ۰.۴۸۳)	(۰.۰۳۶, ۰.۰۵۶, ۰.۰۹)	۰.۰۵۹	۰.۰۵۶
$\sum \left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$	(۵.۳۵, ۶.۷۹۳, ۸.۵۳۹)			

۹- تشکیل خانه کیفیت

در این بخش به تشکیل ماتریس خانه کیفیت و تعیین وزن HOWs ها پرداخته می شود ماتریس خانه کیفیت از Whats ها و HOWs ها تشکیل می شود که در شکل (۴) آورده شده است. ستون وزن Whats همان وزنی است که در مرحله قبل از روش ahp فازی جدول (۱۶) محاسبه شد. ناحیه وسط خانه کیفیت که در واقع تقاطع W ها و H ها می باشد میزان رابطه بین هر W و هر H مشخص می شود که براساس طیف جدول (۱۴) از نظر ۱۵ خبره تکمیل شده است.



جدول ۱۴- عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر جهت ارتباط بین *What* ها و *How* ها

کد	میزان ارتباط	معادل فازی اولویت ها		
		حد پایین (L)	حد متوسط (m)	حد بالا (u)
۱	خیلی کم	۱	۱	۳
۲	کم	۱	۳	۵
۳	متوسط	۳	۵	۷
۴	زیاد	۵	۷	۹
۵	خیلی زیاد	۷	۹	۱۱

بعد از اینکه ۱۵ خبره میزان ارتباط هر *W* و هر *H* را مشخص کردند با روش میانگین حسابی اعدام شدند که در ماتریس خانه کیفیت آورده شده است. مرحله بعد تعیین وزن فازی هر *How* می باشد به عنوان مثال برای *H1* محاسبه وزن فازی به صورت زیر است.

$$W_{H1}^{فازی} = \frac{(0.084, 0.134, 0.218) \times (2.091, 3.182, 5.182) + (0.136, 0.219, 0.348) \times (3.429, 5.286, 7.286) + (0.07, 0.112, 0.183) \times (2.2, 3.4, 5.4) + (0.176, 0.281, 0.444) \times (2.273, 3.545, 5.545) + (0.125, 0.199, 0.313) \times (3.667, 5.267, 7.267) + (0.036, 0.056, 0.09) \times (2.714, 4.143, 6.143)}{4} = (0.292, 0.442, 0.651)$$

سپس وزن غیرفازی محاسبه می شود وزن غیرفازی با استفاده از رابطه $\frac{l+m+u}{3}$ حاصل می شود به عنوان مثال وزن غیرفازی *H1* به صورت زیر می باشد:

$$H1 \text{ وزن غیرفازی} = (0.292, 0.442, 0.651) \Rightarrow H1 \text{ وزن غیر فازی} = \frac{0.292 + 0.442 + 0.651}{3} = 0.462$$

سپس وزن نرمال محاسبه می شود وزن نرمال از تقسیم هر وزن غیرفازی بر جمع کل وزن های فازی محاسبه می شود به عنوان مثال وزن نرمال *H1* داریم:

$$H1 \text{ وزن نرمال} = \frac{0.462}{0.462 + 0.579 + 0.6 + 0.581 + 0.477 + 0.417 + 0.428} = 0.130$$

۹-۱ جمع بندی بخش خانه کیفیت

در خانه کیفیت روابط بین چه ها و چگونه ها براساس طیف فازی مشخص و اوزان فازی، غیرفازی و نرمال محاسبه شد نتایج نشان داد که کارایی و اثربخشی خدمات با وزن ۰.۱۶۹ رتبه ۱ را کسب کرده است. توانایی فنی و تجهیزاتی و منابع انسانی هر دو با وزن ۰.۱۶۴ رتبه ۲، مقبولیت با وزن ۰.۱۳۵ رتبه ۳، حمایت مدیران ارشد و مسایل قانونی با وزن ۰.۱۳ رتبه ۴، تأمین و بازیافت سبز با وزن ۰.۱۲ رتبه ۵ و وضعیت مالی با وزن ۰.۱۱۸ رتبه ۶ را کسب کرده است.

جدول ۱۵- وزن فازی و غیرفازی تأمین کنندگان نسبت به حمایت مدیران ارشد و مسایل قانونی (*H1*)



وزن نرمال	وزن غیرفازی	وزن فازی ($\tilde{W}$)	میانگین هندسی $((\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij})^{1/n})$	نام معیار
۰.۲۰۶	۰.۲۲۰	(۰.۱۲۳, ۰.۲۰۶, ۰.۳۴۵)	(۰.۷۹۵, ۱.۰۳۶, ۱.۳۴۲)	تأمین کننده ۱
۰.۱۶۵	۰.۱۷۶	(۰.۱۰۱, ۰.۱۶۴, ۰.۲۷۳)	(۰.۶۵۴, ۰.۸۲۵, ۱.۰۶۱)	تأمین کننده ۲
۰.۲۱۲	۰.۲۲۶	(۰.۱۲۹, ۰.۲۱۱, ۰.۳۵۳)	(۰.۸۳۶, ۱.۰۶۱, ۱.۳۷۴)	تأمین کننده ۳
۰.۲۱۰	۰.۲۲۴	(۰.۱۲۳, ۰.۲۱, ۰.۳۵۲)	(۰.۷۹۹, ۱.۰۵۷, ۱.۳۶۷)	تأمین کننده ۴
۰.۲۰۷	۰.۲۲۱	(۰.۱۲۴, ۰.۲۰۸, ۰.۳۴۵)	(۰.۸۰۴, ۱.۰۴۳, ۱.۳۴۱)	تأمین کننده ۵
$\sum \left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$				
(۳.۸۸۸, ۵.۰۲۲, ۶.۴۸۴)				

جدول ۱۶- وزن فازی و غیرفازی تأمین کنندگان نسبت به منابع انسانی (H2)

وزن نرمال	وزن غیرفازی	وزن فازی ($\tilde{W}$)	میانگین هندسی $((\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij})^{1/n})$	نام معیار
۰.۱۶۹	۰.۱۸۱	(۰.۰۹۹, ۰.۱۶۷, ۰.۲۹)	(۰.۶۵۲, ۰.۸۴۲, ۱.۱۱۵)	تأمین کننده ۱
۰.۲۲۱	۰.۲۳۷	(۰.۱۲۸, ۰.۲۲۱, ۰.۳۷۷)	(۰.۸۴, ۱.۱۱, ۱.۴۴۹)	تأمین کننده ۲
۰.۲۰۷	۰.۲۲۳	(۰.۱۲۱, ۰.۲۰۸, ۰.۳۵۳)	(۰.۷۹۴, ۱.۰۴۶, ۱.۳۵۸)	تأمین کننده ۳
۰.۲۱۶	۰.۲۳۲	(۰.۱۲۸, ۰.۲۱۸, ۰.۳۶۶)	(۰.۸۳۸, ۱.۰۹۴, ۱.۴۰۷)	تأمین کننده ۴
۰.۱۸۷	۰.۲۰۱	(۰.۱۱, ۰.۱۸۶, ۰.۳۲۱)	(۰.۷۲۱, ۰.۹۳۴, ۱.۲۳۲)	تأمین کننده ۵
$\sum \left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$				
(۳.۸۴۵, ۵.۰۲۷, ۶.۵۶۳)				

جدول ۱۷- وزن فازی و غیرفازی تأمین کنندگان نسبت به کارایی و اثربخشی خدمات (H3)

وزن نرمال	وزن غیرفازی	وزن فازی ($\tilde{W}$)	میانگین هندسی $((\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij})^{1/n})$	نام معیار
۰.۲۱۶	۰.۲۳۱	(۰.۱۲۹, ۰.۲۱۶, ۰.۳۶۲)	(۰.۸۴, ۱.۰۹۴, ۱.۴۱۸)	تأمین کننده ۱
۰.۱۸۶	۰.۱۹۸	(۰.۱۱۱, ۰.۱۸۴, ۰.۳۱۲)	(۰.۷۲۶, ۰.۹۳۴, ۱.۲۲۳)	تأمین کننده ۲
۰.۱۶۹	۰.۱۸۱	(۰.۱۰۴, ۰.۱۷, ۰.۲۷۸)	(۰.۶۸۱, ۰.۸۶۲, ۱.۰۸۹)	تأمین کننده ۳
۰.۱۷۳	۰.۱۸۵	(۰.۱۰۴, ۰.۱۷۱, ۰.۲۹۲)	(۰.۶۸, ۰.۸۶۸, ۱.۱۴۳)	تأمین کننده ۴
۰.۲۵۶	۰.۲۷۳	(۰.۱۵۱, ۰.۲۵۸, ۰.۴۲۵)	(۰.۹۸۸, ۱.۳۰۶, ۱.۶۶۲)	تأمین کننده ۵
$\sum \left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$				
(۳.۹۱۵, ۵.۰۶۶, ۶.۵۳۴)				

جدول ۱۸- وزن فازی و غیرفازی تأمین کنندگان نسبت به توانایی فنی و تجهیزاتی (H4)

وزن نرمال	وزن غیرفازی	وزن فازی ($\tilde{W}$)	میانگین هندسی $((\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij})^{1/n})$	نام معیار
-----------	-------------	--------------------------	--	-----------



تأمین کننده ۱	(۰.۶۶۱, ۰.۸۸۲, ۱.۱۷۲)	(۰.۰۹۹, ۰.۱۷۴, ۰.۳۰۳)	۰.۱۸۷	۰.۱۷۴
تأمین کننده ۲	(۰.۸۰۱, ۱.۰۳۵, ۱.۳۳۶)	(۰.۱۲, ۰.۲۰۴, ۰.۳۴۵)	۰.۲۱۸	۰.۲۰۳
تأمین کننده ۳	(۰.۹۴۹, ۱.۲۸, ۱.۷۲۲)	(۰.۱۴۲, ۰.۲۵۲, ۰.۴۴۵)	۰.۲۷۳	۰.۲۵۳
تأمین کننده ۴	(۰.۵۷۷, ۰.۷۵۵, ۰.۹۹۳)	(۰.۰۸۶, ۰.۱۴۸, ۰.۲۵۶)	۰.۱۶۰	۰.۱۴۹
تأمین کننده ۵	(۰.۸۸۴, ۱.۱۳۳, ۱.۴۵۸)	(۰.۱۳۲, ۰.۲۲۳, ۰.۳۷۶)	۰.۲۳۹	۰.۲۲۲
$\sum \left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$	(۳.۸۷۲, ۵.۰۸۶, ۶.۶۸)			

جدول ۱۹- وزن فازی و غیرفازی تأمین کنندگان نسبت به مقبولیت (H5)

نام معیار	میانگین هندسی $\left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$	وزن فازی $(\tilde{W})$	وزن غیرفازی	وزن نرمال
تأمین کننده ۱	(۰.۸۳۱, ۱.۰۹۵, ۱.۴۳۵)	(۰.۱۲۵, ۰.۲۱۸, ۰.۳۷۶)	۰.۲۳۴	۰.۲۱۷
تأمین کننده ۲	(۰.۷۳۸, ۰.۹۷۲, ۱.۲۸۱)	(۰.۱۱۱, ۰.۱۹۳, ۰.۳۳۶)	۰.۲۰۸	۰.۱۹۳
تأمین کننده ۳	(۰.۶۹۱, ۰.۹۱۶, ۱.۲۰۹)	(۰.۱۰۴, ۰.۱۸۲, ۰.۳۱۷)	۰.۱۹۶	۰.۱۸۲
تأمین کننده ۴	(۰.۶۶۷, ۰.۸۸۳, ۱.۱۶۳)	(۰.۱۰۱, ۰.۱۷۶, ۰.۳۰۵)	۰.۱۸۹	۰.۱۷۵
تأمین کننده ۵	(۰.۸۸۶, ۱.۱۶۲, ۱.۵۴۶)	(۰.۱۳۳, ۰.۲۳۱, ۰.۴۰۶)	۰.۲۵۰	۰.۲۳۲
$\sum \left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$	(۳.۸۱۲, ۵.۰۲۸, ۶.۶۳۴)			

جدول ۲۰- وزن فازی و غیرفازی تأمین کنندگان نسبت به وضعیت مالی (H6)

نام معیار	میانگین هندسی $\left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$	وزن فازی $(\tilde{W})$	وزن غیرفازی	وزن نرمال
تأمین کننده ۱	(۰.۶۷۶, ۰.۸۹۸, ۱.۱۹۹)	(۰.۱۰۳, ۰.۱۷۹, ۰.۳۱۴)	۰.۱۹۴	۰.۱۸۰
تأمین کننده ۲	(۰.۷۵۴, ۰.۹۷۶, ۱.۲۸۲)	(۰.۱۱۵, ۰.۱۹۵, ۰.۳۳۶)	۰.۲۱۰	۰.۱۹۵
تأمین کننده ۳	(۰.۷۹۲, ۱.۰۵۶, ۱.۴۱)	(۰.۱۲۱, ۰.۲۱۱, ۰.۳۶۹)	۰.۲۲۸	۰.۲۱۲
تأمین کننده ۴	(۰.۷۸۳, ۱.۰۲۳, ۱.۳۲۴)	(۰.۱۱۹, ۰.۲۰۴, ۰.۳۴۷)	۰.۲۱۹	۰.۲۰۳
تأمین کننده ۵	(۰.۸۱۵, ۱.۰۵۷, ۱.۳۵۴)	(۰.۱۲۴, ۰.۲۱۱, ۰.۳۵۴)	۰.۲۲۵	۰.۲۰۹
$\sum \left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$	(۳.۸۲, ۵.۰۰۹, ۶.۵۶۸)			

جدول ۲۱- وزن فازی و غیرفازی تأمین کنندگان نسبت به تأمین سبز و بازیافت (H7)

نام معیار	میانگین هندسی $\left(\prod_{j=1}^n \tilde{P}_{ij} \right)^{1/n}$	وزن فازی $(\tilde{W})$	وزن غیرفازی	وزن نرمال
تأمین کننده ۱	(۰.۷۱۸, ۰.۹۶۶, ۱.۲۹۳)	(۰.۱۱, ۰.۱۹۳, ۰.۳۳۷)	۰.۲۰۸	۰.۱۹۴



تأمین کننده ۲	(۰.۸۲۸, ۱.۰۶۹, ۱.۳۸۴)	(۰.۱۲۷, ۰.۲۱۴, ۰.۳۶۱)	۰.۲۲۹	۰.۲۱۳
تأمین کننده ۳	(۰.۷۷۵, ۰.۹۹۹, ۱.۲۸)	(۰.۱۱۸, ۰.۱۹۹, ۰.۳۳۴)	۰.۲۱۳	۰.۱۹۸
تأمین کننده ۴	(۰.۷۰۷, ۰.۹۲۶, ۱.۲۱۶)	(۰.۱۰۸, ۰.۱۸۵, ۰.۳۱۷)	۰.۱۹۹	۰.۱۸۵
تأمین کننده ۵	(۰.۸۰۵, ۱.۰۴۷, ۱.۳۷)	(۰.۱۲۳, ۰.۲۰۹, ۰.۳۵۸)	۰.۲۲۵	۰.۲۰۹
$\sum \left(\prod_{j=1}^n \tilde{p}_{ij} \right)^{1/n}$	(۳.۸۳۲, ۵.۰۰۷, ۶.۵۴۴)			

وزن نهایی تأمین کنندگان از ضرب وزن نسبی که در مرحله قبل حاصل شد در وزن نهایی چگونه‌ها که از ماتریس خانه کیفیت حاصل شد ایجاد می‌شود که در زیر آورده شده است. تأمین کننده ۵ رتبه اول را کسب کرده است. تأمین کننده ۳ رتبه دوم و تأمین کننده ۲ رتبه سوم را کسب کرده است.

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	وزن نهایی HOWs	رتبه نهایی تأمین کننده
تأمین کننده ۱	۰.۲۰۶	۰.۱۶۹	۰.۲۱۶	۰.۱۷۴	۰.۲۱۷	۰.۱۸۰	۰.۱۹۴	۰.۱۳۰	۴
تأمین کننده ۲	۰.۱۶۵	۰.۲۲۱	۰.۱۸۶	۰.۲۰۳	۰.۱۹۳	۰.۱۹۵	۰.۲۱۳	۰.۱۶۴	۳
تأمین کننده ۳	۰.۲۱۲	۰.۲۰۷	۰.۱۶۹	۰.۲۵۳	۰.۱۸۲	۰.۲۱۲	۰.۱۹۸	۰.۱۶۹	۲
تأمین کننده ۴	۰.۲۱۰	۰.۲۱۶	۰.۱۷۳	۰.۱۴۹	۰.۱۷۵	۰.۲۰۳	۰.۱۸۵	۰.۱۶۴	۵
تأمین کننده ۵	۰.۲۰۷	۰.۱۸۷	۰.۲۵۶	۰.۲۲۲	۰.۲۳۲	۰.۲۰۹	۰.۲۰۹	۰.۱۳۵	۱
								۰.۱۱۸	
								۰.۱۲۰	

۱۰- بحث و نتیجه‌گیری

در شرایط رقابت فزاینده در سطوح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی، انتخاب بهینه تأمین کنندگان به یک ضرورت استراتژیک تبدیل شده است. با توجه به سهم ۷۰ درصدی بخش خدمات در اشتغال و نقش محوری آن در اقتصاد، تعالی کیفیت خدمات به چالش کلیدی سازمان‌های خدماتی معاصر تبدیل شده است. سازمان‌های پیشرو با توسعه فرهنگ مشتری‌محوری و تمرکز بر پاسخگویی به نیازهای مشتریان، به دنبال ایجاد مزیت رقابتی و دستیابی به تعالی عملکرد هستند. در این راستا، بهبود



مستمر عملکرد تأمین کنندگان به عنوان اهرم هم افزایی برای رشد سازمانی عمل می کند. تحقق بهبود مستمر مستلزم سازوکارهای دقیق ارزیابی عملکرد است؛ بدون سنجش شاخص ها، شناسایی چالش ها، و بازخوردگیری از اجرای سیاست ها، دستیابی به بلوغ سازمانی ممکن نیست. بنابراین، طراحی سیستم های ارزیابی عملکرد به عنوان زیرساخت ضروری برای سازمان های متعالی شناخته می شود. مدیریت پیمانکاران سبب دستیابی سازمان به سود و سهم بازار از طریق کاهش خطر ها و آثار محیطی می شود، در حالیکه کارایی اکولوژی آن ها افزایش پیدا می کند، ایجاد پیمانکاران و توجه به مسایل محیط زیستی سبب کاهش هزینه ها و بهبود عملکرد محیطی می شود و اعتبار و شهرت شرکت را افزایش می دهد. هدف پیمانکاران حذف یا حداقل کردن آثار منفی محیطی و اتلاف منابع از استخراج یا استفاده از مواد خام تا استفاده ی نهایی و مصرف محصولات می باشد. ایجاد مطلوبیت و رضایت مندی از نظر محیط زیستی در سراسر زنجیره ی تأمین و دستیابی به بازار جدید از طریق عرضه ی محصولات سازگار با محیط زیست، کاهش هزینه ها از طریق صرفه جویی در منابع، هزینه ی سوخت، تعداد ساعات کارگران، حذف ضایعات و بهبود بهره روری و بهره مندی از مزایای رقابتی از طریق خلق و ارائه ارزش برای مشتریان و رضایت مندی و وفاداری مشتریان نسبت به محصولات و در نهایت افزایش سودآوری از مزایای پیمانکاران می باشد.

شرکت های تولیدی و خدماتی در ایران تحت تأثیر فشارهای جهانی و قوانین داخلی، ملزم به رعایت الزامات زیست محیطی مانند (ISO 14000) در فرآیندهای تولید و خدمات شده اند. این مقررات شامل کنترل آلاینده ها، جلوگیری از اتلاف منابع و مدیریت پسماند (به ویژه زباله های الکترونیکی) است. در کشورهای صنعتی نیز قوانینی مانند WEEE (مدیریت پسماند تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی) و توسعه کیفیت محور بازیافت اجرا می شود. ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان به یک تصمیم استراتژیک تبدیل شده که علاوه بر کاهش هزینه ها و افزایش رقابت پذیری، باید معیارهای سبز (زیست محیطی) را نیز در نظر بگیرد. امروزه، تلفیق عوامل پایداری و فرآیندهای انتخاب تأمین کننده به یک ضرورت تبدیل شده است تا سازمان ها بتوانند همزمان با توسعه تجاری، مسئولیت اجتماعی و محیط زیستی خود را نیز محقق سازند. هدف اصلی مطالعه حاضر ارزیابی و رتبه بندی کیفی تأمین کنندگان صنعت گاز با رویکرد گسترش عملکرد کیفیت به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بوده است بدین منظور با بررسی مرور ادبیات تحقیق ابتدا به شناسایی شاخص ها و ابعاد پرداخته شد بدین جهت عوامل مؤثر در انتخاب پیمانکار در ۴ حوزه انتخاب شدند که عبارت بودند از عوامل استراتژیک، عوامل فنی، عوامل سازمانی و عوامل فرآیندی که در آن عوامل استراتژیک شامل توانایی مدیران در شناسایی و درک عوامل و مسائل محیطی، عوامل فنی شامل خلق محصولات و فرآیندهای جدید و تغییرات عمده تکنولوژی، عوامل سازمانی شامل عوامل تأثیر گذار بر اینکه چطور سازمان به خوبی با محیط اطراف خود وارد عمل می شود و عوامل فرآیندی شامل جو موجود در سازمان جهت پیشروی اهداف کلان و جزیی در سازمان می باشد که داری زیرمعیارهایی بودند عوامل استراتژیک شامل زیرمعیارهای حمایت مدیران ارشد، مسائل قانونی، منابع انسانی و نوع نیاز و ترجیحات مشتری، عوامل فنی شامل مواردی همچون سهولت دسترسی، دسترس پذیری، انطباق پذیری با زیرساخت های موجود، تسهیم اطلاعات، عوامل سازمانی شامل مواردی همچون همکاری و هماهنگی متقابل بین سازمانی و کارایی و اثربخشی خدمات و عوامل فرآیندی شامل پذیرش، آموزش و تبلیغات در نظر گرفته شدند که سپس با استفاده از پرسشنامه ی مقایسات زوجی اقدام به توزیع پرسشنامه در بین نمونه ی آماری که به تعداد ۴۵ نفر از خبرگان، کارشناسان و مدیران تأمین کنندگان صنعت گاز شد و بررسی رتبه بندی عوامل با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداخته شد که بنا بر نتایج حاصله رتبه بندی عوامل در مقایسه عوامل اصلی مؤثر در انتخاب پیمانکار نشان از اولویت عوامل فنی، عوامل استراتژیک، عوامل سازمانی و عوامل فرآیندی داشت. در هر یک از زیر معیارها اقدام به رتبه بندی عوامل شد که نتایج در بخش عوامل فنی نشان از اولویت معیارهای همکاری و هماهنگی متقابل بین سازمانی و کارایی و اثربخشی خدمات به ترتیب داشت. در بخش استراتژیک نتایج نشان از اولویت منابع انسانی، حمایت مدیران ارشد و اهمیت یکسان مسایل قانونی و نوع نیاز و ترجیحات مشتری داشتند. در بخش عوامل سازمانی نتایج نشان از اولویت مقبولیت،



آموزش و آمادگی سازمانی داشتند. در بخش فرهنگی نیز نتایج نشان از اولویت یکسان سهولت دسترسی و تسهیم اطلاعات داشتند که بعد از آن معیارهای قابلیت دسترسی و قابلیت تعامل پذیری قرار گرفتند. سپس با استفاده از شاخص‌های بدست آمده با استفاده از تکنیک گسترش عملکرد کیفیت اقدام به رتبه بندی پنج تأمین کننده ۱، تأمین کننده ۲، تأمین کننده ۳، تأمین کننده ۴ و تأمین کننده ۵ شد که با استفاده از این تکنیک و میزان اهمیتی که خبرگان به پرسشنامه در ارتباط با عوامل و شاخص‌ها دادند نتایج نشان از اولویت تأمین کننده ۵، تأمین کننده ۱، تأمین کننده ۲، تأمین کننده ۳ و تأمین کننده ۴ به عنوان ترتیب نواحی دارای عملکرد بهتر را در سطح پیمانکاران گاز رسانی شرکت گاز استان مازندران به عنوان تأمین کننده برتر داشت، بطوریکه نتایج بدست آمده بیانگر برتری تأمین کننده در ناحیه غرب تهران، مرکز تهران، شمال تهران، جنوب تهران و شرق تهران در ارتباط با سبز بودن و داشتن پارامترهای مورد نظر را از دید خبرگان را بدست آوردند. تحقیق حاضر از دید استفاده تلفیقی از دو روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و گسترش عملکرد کیفیت دارای نوآوری است در تحقیقات پیشین در مطالعات الیویر و سوان، (۲۰۰۹) [۱۰]، بنایان و همکاران، (۲۰۱۸) [۱۱] و (یزدانی و همکاران، ۲۰۱۷) [۱۲] به نقش روش‌های تصمیم گیری چند معیاره در انتخاب تأمین کنندگان اشاره داشتند. تحقیقات دوبوس و وورس مارتی (۲۰۱۹) [۱۳]، باناسیک و همکاران (۲۰۱۶) [۱۴] به بررسی سبز بودن و رایانه مؤلفه‌های مؤثر بر پیمانکار پرداختند.

۱۱- پیشنهادهای تحقیق

یافته‌های این تحقیق برخی از بینش‌های مهم را در مورد ویژگی‌های مختلف ارائه می‌دهد که بطور قابل توجهی به عملکرد و اثربخشی تأمین کنندگان کمک می‌کند تا تأمین کنندگان ناکافی بتوانند بر روی آن ویژگی‌ها تمرکز کنند و عملکردشان را بهبود بخشند. از بررسی مشاهده شده است که تأمین کنندگان ناکارآمد باید میزان استفاده مجدد و میزان بازیافت خود را افزایش دهند، مصرف انرژی و مصرف منابع طبیعی را کاهش دهند و عملکرد تحویل را افزایش دهند و باید سیاست‌ها و تکنیک‌های معیار انتخاب تأمین کنندگان را با توجه به طراحی سبز جنبه‌ها، قیمت‌ها، اصول انطباق کیفیت، برنامه ریزی مناسب دفع زباله و برنامه ریزی مناسب تولید تأمین کنند. انتظار می‌رود که چارچوب یکپارچه پیشنهادی به عنوان ابزار حیاتی در ایجاد سیستم مدیریت زنجیره تأمین با محیط زیست مورد استفاده قرار گیرد که سازمان‌ها را قادر می‌سازد رقابت پذیر باشند، در حالیکه به توسعه پایدار دستیابی پیدا می‌کنند. با توجه به نتایج، رویکرد انتخاب عرضه کننده پیشنهادی، تصمیم گیرندگان را قادر می‌سازد تا روابط پیچیده از ویژگی‌های مرتبط در فرایند تصمیم گیری را بهتر درک کنند، که می‌تواند پس از آن قابلیت اطمینان تصمیم را بهبود بخشد و تا حدی به پیشرفت توسعه پایدار کمک کند. این روش می‌تواند به راحتی قابل حل باشد تا دیگر مشکلات تصمیم گیری شامل تعداد زیادی از گزینه‌ها و هر تعداد معیارها حل شود. براساس نتایج، توصیه می‌شود که سازمان برای حفظ کیفیت محصول و فرایند، مصرف انرژی و منابع طبیعی، با افزایش استفاده مجدد از طراحی سبز و میزان بازیافت با توجه به مقررات مختلف محیطی، تمرکز داشته باشد. تعهد مدیریت قوی ثابت شده است که نیروی اصلی برای تحولات پایدار در زیرساخت‌ها، تسهیلات و کیفیت است. مسئول مدیریت به شدت بر فرآیندهای بهبود تولید و معکوس تدارکات و فعالیت‌های برنامه ریزی تولید برای حفظ سیستم مدیریت زنجیره تأمین سبز کارآمد تمرکز کرد.



۱۲- مراجع

1. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353.
2. Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9(3), 458–467.
3. Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., & Mieno, H. (1993). The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration". *Fuzzy Sets and Systems*, 55(3), 241–253.
4. Doherty, Neil F., Mahani Shakur, and Fiona Ellis-Chadwick. 2015, "The role of e-service quality management in the delivery business value." *Journal of Retailing and Consumer Services* 27(3), 52–62.
5. Gallo, M., Kauffmann, B., Muscariello, L., Simonian, A., & Tanguy, C. 2014. Performance evaluation of the random replacement policy for networks of caches. *Performance Evaluation*, 72(4), 16–36.
6. Koziolok, H. 2010. Performance evaluation of component-based software systems: A survey. *Performance Evaluation*, 67(8), 634–658.
7. Hsieh, T.Y., Lu, S.T. and Tzeng, G.H., 2004. Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International journal of project management*, 22(7), PP.573–584.
8. Oliver, R. L. & Swan, J. E. 2009. "Consumer perceptions of interpersonal equity and satisfaction in transactions: A field survey approach". *Journal of Marketing*, 53(2), 21–35.
۹. مهرگان، محمد رضا، " پژوهش عملیاتی پیشرفته"، انتشارات کتاب دانشگاهی، چاپ اول، ۱۳۸۳.
10. Oliver, R. L. & Swan, J. E. 2009. "Consumer perceptions of interpersonal equity and satisfaction in transactions: A field survey approach". *Journal of Marketing*, 53(2), 21–35.
11. Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2018). Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry. *Computers & Operations Research*, 89(2), 337–347.
12. Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Zolfani, S. H. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142(4), 3728–3740.
13. Dobos, I., & Vörösmarty, G. 2019. Inventory-related costs in green supplier selection problems with Data Envelopment Analysis (DEA). *International Journal of Production Economics*, 209(2), 374–380.
14. Banasik, A., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Kanellopoulos, A., Claassen, G. D. H., & van der Vorst, J. G. (2016). Multi-criteria decision making approaches for green supply chains: a review. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 4(4), 1–31.