فصلنامه علمی ـ پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال نهم، شماره ۲۳، زمستان ۹۰
صفحات ۹۷ تا ۱۲۹

مدل یکپارچه گسترش عملکرد کیفیت فازی، تحلیل سلسله مراتبی فازی و تکنیک متوسط موزون فازی برای چابک سازی تولید

صدیقه خورشید*

چکیده

سازمان‌های تولیدی عصر اطلاعات و ارتباطات با چالش های متعددی از جمله مشتریان متوقع و خواهان محصولات کم هزینه و باکیفیت بالاتر، پاسخ گویی به نیازهای خاص و به سرعت در حال تغییر مواجه هستند، که برای تفوق بر آنها، مدل‌ها و سیستم های جدید تولید را جستجو می‌کنند. پارادایم چابکی تولید به عنوان راه حلی برای تفوق بر این چالش‌ها به مدیران سازمان‌های تولیدی عرضه شده است. در این مقاله، یک مدل فازی برای چابک سازی تولید ارائه شده است. این مدل به مدیران سازمان‌های تولیدی کمک می کند: الف ـ از اولویت های رقابتی سازمان خود آگاه شوند. ب ـ قابلیت های چابکی تولید خود را بشناسند. ج ـ مهمترین تواناسازهای چابکی تولید سازمان خود را بشناسند. دـ برای تحقق اولویت‌های رقابتی خود، از طریق سرمایه‌گذاری بر روی مهمترین تواناسازهای چابکی تولید،

---

* استادیار گروه مدیریت بازرگانی دانشکده اقتصاد ، مدیریت؛ دانشگاه سمنان، ایران (مسئول مکاتبات) m41847@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱٤

قابلیت‌های چابکی تولید خود را بهبود بخشند. نتایج حاصل از اجرای این مدل در شرکت‌های فولاد صنعت فولاد خوزستان نشان داد که هر شرکتی بایستی بر روی مهمترین تواناسازهای چابکی تولید خود برای بهبود قابلیت‌های چابکی تولید، و در نتیجه دستیابی به اولویت‌های رقابتی خود تمرکز و سرمایه‌گذاری کند.
واژگان کلیدی: چابکی تولید، گسترش عملکرد کیفیت، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، تکنیک متوسط موزون فازی

مقدمه

رقابت جهانی گسترده و فشرده، تغییرات سریع بازار، افزایش پیچیدگی و عدم اطمینان، کاهش زمان انتظار، تنوع و گوناگونی تقاضاها و فن آوری های جدید، محیط رقابتی جدیدی را به وجود آورده است [۲]. درچنین محیطی، موفقیت سازمان‌ها به واکنش سریع به تقاضاهای مشتریان متوقع و خواهان محصولات سفارشی، با کیفیت بالا و هزینه پایین، پاسخ گویی به نیازهای خاص و در حال تغییر بستگی دارد [۵، ۱۹]. ازاین رو سازمان های تولیدی برای تفوق بر این تغییرات و کسب و حفظ موقعیت رقابتی خود به تجدید ساختار و مهندسی مجدد خود اندیشیده‌اند و برای بررسی دقیق تغییر جهت از مدل‌های قدیمی تولید به سمت مدل‌های جدید تولید برانگیخته شده اند.

در اوایل دهه ۱۹۹۰، چابکی تولید به عنوان یک مدل تولید جدید از سوی محققان موسسه آیکوکا به منظور برخورد با این چالش‌ها مطرح شده است [۲۱]. و توسط مولفان زیادی به عنوان شرط ضروری برای رقابت در آینده مورد ملاحظه قرار گرفته است [۱۴، ۲۰]، و چالش دستیابی به آن، یک مشخصه مهم برای کسب موفقیت و برتری رقابتی در محیط کسب و کار جدید شناسایی شده است. محققان حوزه تولید و چابکی، مدل‌ها و روش‌های مختلفی برای دستیابی به چابکی تولید ارائه داده‌اند، که فقط جنبه نظری و مفهومی دارد، و جنبه عملیاتی و کاربردی برای سازمان‌های تولیدی ندارد. بوت تانی[۳] با کاربرد گسترش عملکرد کیفیت(QFD)، یک روش عملیاتی برای دستیابی به چابکی ارائه داده است. این تحقیق با

الگوبرداری از چارچوب تلفیقی بوت تانی [۳] و بهره مندی از چارچوب های مفهومی یوسف و همکاران [۳۵] و وازکویز ـ باستلو [۳۲]، یک مدل فازی برای چابک سازی تولید با استفاده از تکنیک های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، گسترش عملکرد کیفیت فازی و تکنیک متوسط موزون فازی ارائه می دهد.

پیشینهٔ تحقیق

مفهوم چابکی تولید

از زمان معرفی آن تاکنون، تعاریف متعددی از چابکی، چابکی تولید و تولید چابک توسط محققان و مولفان حوزه تولید و عملیات ارائه شده است. پرینس و کای[۲۵]، تولید چابک را توانایی واکنش سازمان به تغییرات ناگهانی و تامین نیازمندی های متنوع و در حال تغییر مشتری در سطح گسترده برحسب قیمت، مشخصات کیفیت، کمیت و تحویل تعریف می کنند. شریفی و ژانگ[۲۹]چابکی تولید را توانایی حس کردن، پاسخ گفتن و بهره برداری از تغییرات پیش بینی نشده یا غیرمنتظره در محیط کسب و کار تعریف می‌کنند. کریستوفر و توویل[۱۰] بیان می کنند چابکی یک قابلیت گسترده شرکت است که ساختارهای سازمانی، سیستم‌های اطلاعاتی، فرآیندهای لجستیک، و طرز تفکرها را پوشش می‌دهد. قاناسکاران و یوسف[۱۸]، چابکی تولید را قابلیت و توانایی یک سازمان برای تامین نیازمندی های درحال تغییر بازار، حداکثر کردن سطح خدمات مشتری و حداقل کردن هزینه کالاها با هدف رقابتی ماندن دریک بازار جهانی و افزایش شانس بقا و توانش سود بلند مدت تعریف می‌کنند. از این تعاریف استنباط می‌گردد که چابکی سبب می‌شود که سازمان از توان انعطاف پذیری، پاسخگویی و اقدام فعالانه برخوردار گردد. لذا دربرگیرنده دو عامل اساسی پاسخگویی مناسب و به هنگام به تغییرات، و بهره برداری از تغییرات و فرصت های منبعث از آنه ا[۱۲]است.

مدل‌ها و روش‌های چابک سازی

دستیابی به چابکی و چابک سازی تولید، یکی ازچالش‌های پیش روی

سازمان‌های تولیدی در عصر ارتباطات و اطلاعات است. از این رو، برخی محققان به توسعه مدل‌ها وچارچوب های مفهومی برای توسعه چابکی و ایجاد یک سازمان چابک کوشش نموده اند. گلدمن و همکارانش [۱۵]، چهار بعد راهبردی غنی‌سازی مشتری، همکاری به منظور بهبود و ارتقای رقابت، کنترل و مهار تغییرات، و کاربرد اهرمی (افزایش تاثیر) افراد و اطلاعات برای دستیابی به قابلیت‌های رقابتی چابک طرح نمودند. یوسف و همکاران [۳۵] مبانی رقابتی چابکی ـ یعنی سرعت، انعطاف‌پذیری، نوآوری، کیفیت، سودآوری، رفتار و اقدام فعالانه و پیش‌گیرانه شناسایی نمودند. از نظر آنها، این مبانی رقابتی، ویژگی‌های مطلق و ضروری تولید چابک هستند که باید درهم‌افزایی تحقق یابند. شریفی و همکارانش[۳۰] چهار وجه اصلی تولید چابک به نام‌های محرک های چابکی، توانایی‌ها و قابلیت‌های استراتژیک، فراهم کنندگان چابکی و قابلیت های چابکی شناسایی نمودند. وازکویز ـ باس‌تلو و همکاران [۳۲]؛ براساس مدل‌های پیشین چابکی، بررسی ادبیات تحقیق و تحلیل چند مطالعه موردی، برای تولید چابک، یک مدل مفهومی به منظور بررسی تاثیر تواناسازهای چابکی تولید ـ یعنی منابع انسانی چابک، تلفیق و یکپارچگی زنجیره ارزش، مهندسی همزمان، فنآوری های چابک، و مدیریت دانش ـ بر روی قوت و استحکام تولید ارائه دادند. قاناسکاران [۱۷] یک مدل مفهومی برای توسعه یک سیستم تولید چابک، مشتمل برچهار مولفه سیستم‌ها، استراتژی‌ها، فنآوری‌ها و افراد توسعه داده است. هچنین وی، یک چارچوب تلفیقی اولیه برای دستیابی به چابکی طرح نموده است. این چارچوب تشریح می کند چگونه قابلیت‌های اصلی تولید چابک مانند همکاری و تشریک مساعی، استراتژی های قیمت گذاری مبتنی بر ارزش، سرمایه گذاری در افراد و اطلاعات و تغییرات سازمانی باید حمایت شوند و با تواناسازهای چابکی مناسب برای توسعه یک سازمان انطباقی تلفیق شوند[۱۶].

ژانگ و شریفی [۳۷] و شریفی و همکاران[۳۰] یک مدل سه مرحله ای برای اجرای چابکی در سازمان های تولیدی توسعه دادند. در این مدل، روابط بین محرک‌ها- قابلیت ها، و قابلیت‌ها ـ تواناسازها تبیین شده است و یک مدل شبکه‌ای مناسب برای کمی سازی آنها طرح شده است. بوت تانی[۳] با بررسی متون چابکی و

متدولوژی های دستیابی به چابکی، یک چارچوب مفهومی سه مرحله‌ای برای دستیابی به چابکی طرح نموده است، که ساختار آن توسط محققان بسیاری پذیرفته شده است. این چارچوب از سه مولفه مبانی رقابتی سازمان، مشخصه‌های چابکی و تواناسازهای چابکی تشکیل شده است.

تکنیک‌های تحلیلی

تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی

تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی توسط ساعتی در سال ۱۹۷۱ برای حل مسائل تخصیص منابع کمیاب و برنامه ریزی نیازها در حوزه نظامی معرفی شد[۲۷]، و به عنوان یک روش تصمیم گیری چندشاخصه از شهرت بسیاری برخوردار است. یک تحلیل سلسله مراتبی سنتی به ساختن ماتریس های مقایسه‌ای نیاز دارد، که اهمیت نسبی عناصر به وسیلهٔ اعداد دقیق مبتنی بر یک مقیاس استاندارد (۹-۱) مشخص می‌شود و تصمیم گیرندگان، ارجحیت های خود را درباره موضوعات تصمیم با کاربرد اعداد قطعی بیان می کنند. اما در دنیای واقعی، تصمیم گیرندگان به ندرت اطلاعات کافی برای انجام ارزیابی‌ها و تحلیل‌های تصمیم در اختیار دارند و قضاوت آنها آغشته از ابهام و عدم اطمینان است، و اغلب پاسخ های نادقیق به جای قضاوت‌های دقیق فراهم می کنند، که در این صورت، تبدیل ارجحیت های کیفی به برآوردهای نقطه ای معقول نمی باشد. یک رویکرد بسیار مفید و کارا در برخورد با نادقیقی یا عدم قطعیت نهفته دراطلاعات تصمیم گیرندگان، رویکرد فازی می باشد. روش های تحلیل سلسله مراتبی فازی بسیاری برای تعیین درجات اهمیت و اوزان معیارها و شاخص‌های تصمیم توسط محققان توسعه یافته است. در این مقاله، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی طرح شده توسط کسوترا و باکلی [۱۱] استفاده می‌شود. بر اساس روش لامبدا- ماکس طرح شده توسط کسوتورا و با کلی [۱۱]، اوزان فازی معیارهای تصمیم به شرح ذیل محاسبه می گردد:

الف. استفاده از α- برش: با فرض $\alpha = 1$، ماتریس مثبت $\widetilde{R}_b = (\widetilde{r}_{ij})_b$، و با فرض $\alpha = 0$، ماتریس های مثبت کران بالا و پایین، $\widetilde{R}_a = (\widetilde{r}_{ij})_a$ و $\widetilde{R}_c = (\widetilde{r}_{ij})_c$ محاسبه

می شوند. بر اساس شیوه محاسبه اوزان در تحلیل سلسله مراتبی(نرمالیزه کردن و میانگین حسابی)، ماتریس اوزان با استفاده از معادله(۱) محاسبه می گردد:

$$W_b^g = (w_i)_b^g \quad ، \quad W_a^g = (w_i)_a^g \quad ، \quad W_c^g = (w_i)_c^g \quad ؛ \quad i = 1,2,...,n \qquad (۱)$$

ب. به منظور حداقل سازی فازی اوزان، دو ثابت M_a^g و M_c^g با استفاده از دو معادله(۲) و (۳) محاسبه می شوند:

$$M_a^g = \min\left\{\frac{w_{ib}^g}{w_{ia}^g} | 1 \le i \le n\right\} \qquad (۲)$$

$$M_c^g = \min\left\{\frac{w_{ib}^g}{w_{ic}^g} | 1 \le i \le n\right\} \qquad (۳)$$

و کران بالا و پایین اوزان با استفاده از معادله های(۴) و (۵) تعریف می شوند:

$$w_{ia}^{*g} = M_a^g w_{ia}^g \qquad (۴)$$

$$w_{ic}^{*g} = M_c^g w_{ic}^g \qquad (۵)$$

بنابراین ماتریس های کران بالا و پایین اوزان با استفاده از معادله‌های (۶) و (۷) محاسبه می شوند:

$$W_a^{*g} = (w_i^*)_a^g, \quad i = 1,2,...,n \qquad (۶)$$

$$W_c^{*g} = (w_i^*)_c^g, \quad i = 1,2,...,n \qquad (۷)$$

ج. با ترکیب W_a^{*g}، W_b^{*g} و W_c^{*g}، ماتریس اوزان فازی بدست می آید، که با استفاده از معادله(۸) تعریف می گردد:

$$\tilde{W}_i^g = (w_{ia}^g, w_{ib}^g, w_{ic}^g), \; i = 1,2,...,n \qquad (۸)$$

د. غیر فازی کردن: از آنجا که خروجی روش لامبدا- ماکس به صورت اعداد فازی می باشد، و مقایسه موضوعات تصمیم میسر نمی باشد، لازم است از روش‌های رتبه‌بندی و مقایسه اعداد فازی استفاده شود. روش های مختلفی برای رتبه بندی اعداد فازی توسط محققان توسعه داده شده است[۶]. در این جا، از روش ارائه شده توسط چن و هوانگ[۶] برای رتبه بندی اعداد فازی استفاده می شود. بر طبق این روش با ملاحظه عدد فازی M، $\tilde{M} = (M, \alpha, \beta)$ ابتدا یک مجموعه حداکثر و یک مجموعه حداقل به شرح معادلات (۹) و (۱۰) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_{\max}(x) = \begin{cases} x & 0 \le x \le 1 \\ 0 & otherwise \end{cases} \qquad (۹)$$

$$\mu_{\min}(x)=\begin{cases}1-x & 0\le x\le 1\\ 0 & otherwise\end{cases} \qquad (۱۰)$$

امتیاز سمت راست و چپ M را می توان به ترتیب از طریق معادله‌های (۱۱) و(۱۲) محاسبه نمود:

$$\mu_R(M)=\underset{x}{Sup}[\mu_M(x)\wedge\mu_{\max}(x)] \quad or \quad \mu_R(M)=1-((1/1+\alpha)(1-M)) \qquad (۱۱)$$

$$\mu_L(M)=\underset{x}{Sup}[\mu_M(x)\wedge\mu_{\min}(x)] \quad or \quad \mu_L(M)=1-((1/1+\beta)(M)) \qquad (۱۲)$$

با ملاحظه امتیازهای سمت راست و چپ M، می توان امتیاز کلی(امتیاز قطعی) M را به شرح ذیل محاسبه نمود:

$$\mu_T(M)=[\mu_R(M)+1-\mu_L(M)]/2 \qquad (۱۳)$$

گسترش عملکرد کیفیت فازی

گسترش عملکرد کیفیت (QFD)، یک سیستم جامع کیفیت است که تامین رضایت مشتری را هدف قرار می‌دهد [۱] و از تحلیل های ریاضی مبتنی بر یک مجموعه ماتریس‌ها استفاده می کند، و به روابط عملکردی برای رسیدن به بالاترین سطح کیفیت در تولید یک محصول وابسته است. قلبQFD، خانه کیفیت است که از دو جزء اصلی تشکیل شده است: چه چیزها و چگونه ها. چه چیزها داده هایی هستند که نیازهای مشتری را شناسایی می کنند و چگونگی‌ها داده هایی هستند که راه حل هایی برای بازخور مشتری فراهم می‌کنند[۳۱]. به هنگام کاربرد QFD، مهمترین کار، تعریف و فهمیدن چه چیزها (نیازهای مشتری) و چگونگی‌ها (ویژگی‌های فنی و تکنیکی محصول) برای تامین چه چیزها است[۳۱]. به وسیله تشریح روابط بین"چه چیزها"(CRs) و"چگونگی‌ها" (TAs) و همبستگی در میان چگونگی‌ها (TAs)؛ سطوح هدف چگونگی‌ها برای تامین رضایت بیشتر مشتری تعیین خواهد شد[۱۳].

تعیین اوزان صحیح اهمیت برای نیازمندی‌های مشتری و ویژگی‌های تکنیکی طراحی به علت تاثیرگذاری بر روی یک مجموعه مقادیر هدف برای ویژگی‌های فنی ضروری است. یک روش برای اولویت بندی نیازمندی‌ها از یک مقیاس امتیازدهی نقطه‌ای مانند ۱ تا ۵ یا ۱ تا ۱۰ استفاده می‌کند. اما ارزیابی‌های قضاوت

مدارانه انسان درباره میزان اهمیت نیازمندی های مشتری، نیازمندی های طراحی و یا قوت های رابطه ای معمولا ذهنی و نامعلوم هستند و آغشته به ابهام و عدم اطمینان است. نظریه مجموعه فازی در این موارد می تواند یک برآورد صحیح فراهم کند. از این رو، محققان برای بهبود نتایج QFD به منظور طرح مسائل نادقیقی بین چه چیزها و چگونگی ها، و نیز همبستگی بین چگونگی‌ها، تنظیم و تدوین مسئله و بهینه سازی بهبودها در نیازمندی‌های فنی از نظریه مجموعه فازی استفاده نموده‌اند و روش‌ها و مدل‌های فازی مختلفی توسعه داده اند. در این مقاله از رویکرد گسترش عملکرد کیفیت فازی ارائه شده توسط چن و ونگ[۷] برای محاسبه اوزان و درجات اهمیت چگونگی‌ها استفاده می‌شود، که در ادامه الگوریتم آن تشریح می گردد:

الف- نرمال سازی روابط در درون ماتریس‌های خانه کیفیت؛ چن و ونگ[۷] از تبدیل نرمال سازی توسط واسرمن[۳۴] برای نرمال سازی مقادیر روابط مشمول در ماتریس روابط به منظور ملاحظه اثرات وابستگی در میان چگونگی‌ها (معادله۱۴) استفاده کرده اند.

$$R_{ij}^{'} = \sum_{k=1}^{n} R_{ik} r_{kj} \Big/ \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} R_{ik} r_{kj} \qquad (۱۴)$$

که $R_{ij}^{'}$: رابطه نرمال سازی بین i امین چه چیزها و j امین چگونگی ها

$$i = 1,...,m; \;\; j = 1,...,n$$

R_{ik} : رابطه کمی شده بین i امین چه چیزها و k امین چگونگی‌ها

$$i = 1,...,m; \; k = 1,...,n$$

r_{kj}: رابطه کمی شده بین چگونه‌ها j و k $k, j = 1,2,...,n$

اعداد فازی مثلثی با $\widetilde{R}_{ij}^{'}$، $\widetilde{R}_{ik}$، و $\widetilde{R}_{ik}$ نشان داده شده است که متناظر با اعداد قطعی $R_{ij}^{'}$، R_{ik}، و R_{ik} به ترتیب هستند، و نرمال سازی رابطه فازی به صورت ذیل تعریف می گردد:

$$\widetilde{R}_{ij}^{'} = \sum_{k=1}^{n} \widetilde{R}_{ik} \widetilde{r}_{kj} \Big/ \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} \widetilde{R}_{ik} \widetilde{r}_{kj} \qquad (۱۵)$$

$$\widetilde{r}_{kj} = \left\{ \left(r_{kj}, \mu_{\widetilde{r}_{kj}}(r_{kj}) \right) \middle| r_{kj} \in \widetilde{r}_{kj} \right\} \; \forall_{k,j} \qquad (۱۶)$$

$$\widetilde{R}_{ik} = \left\{ \left(R_{ik}, \mu_{\widetilde{R}_{ik}}(R_{ik}) \right) \middle| R_{ik} \in \widetilde{R}_{ik} \right\} \; \forall_{i,k}$$

که $\mu_{\widetilde{r}_{kj}}(r_{kj})$ و $\mu_{\widetilde{R}_{ik}}(R_{ik})$ توابع عضویت مربوطه را نشان می دهند. فرمول فوق بـه

علت داشتن ضرب و جمع دو عدد فازی در مخرج و صورت کسر بـه سـهولت حـل نمی گردد. از این رو برای حل آن، چن و ونگ[۷] از رویکرد α برش بـرای نشـان دادن $\widetilde{R}_{ik}$ و $\widetilde{R}_{ik}$ به صورت چندین مقدار فاصله ای کریسپ در سـطوح مختلـف α استفاده نمودند، که در معادله (۱۷) نشان داده شده است:

(۱۷)

$$(\widetilde{R}_{ik})_\alpha = \left[\min_{R_{ik}}\left\{R_{ik}\in\Re_{ik}\middle|\mu_{\widetilde{\Re}_{ik}}(R_{ik})\geq\alpha\right\}, \max_{R_{ik}}\left\{R_{ik}\in\Re_{ik}\middle|\mu_{\widetilde{\Re}_{ik}}(R_{ik})\geq\alpha\right\}\right] = \left[(\Re_{ik})^L_\alpha, (\Re_{ik})^U_\alpha\right]$$
$$(\gamma_{kj})_\alpha = \left[\min_{\gamma_{ik}}\left\{r_{kj}\in\gamma_{kj}\middle|\mu_{\widetilde{\gamma}_{kj}}(r_{kj})\geq\alpha\right\}, \max_{\gamma_{kj}}\left\{r_{kj}\in\lambda_{kj}\middle|\mu_{\widetilde{\gamma}_{kj}}(r_{kj})\geq\alpha\right\}\right] = \left[(\gamma_{kj})^L_\alpha, (\gamma_{kj})^U_\alpha\right]$$

مقادیر فاصله ای قطعی $\left[(\Re_{ik})^L_\alpha, (\Re_{ik})^U_\alpha\right]$ و $\left[(\gamma_{kj})^L_\alpha, (\gamma_{kj})^U_\alpha\right]$ می توانند به صورت درجات متناظر $\widetilde{\Re}_{ik}$ و $\widetilde{\gamma}_{kj}$ به ترتیب در یک درجه اعتماد α ملاحظه شوند. بر اساس اصل بسط زاده[۳۶]، تابع عضویت رابطه نرمال سازی فازی به صورت معادله (۱۸) تعریف می گردد.

(۱۸)

$$\mu_{\widetilde{R}_{ij}}(R'_{ij}) = \sup_{R,r}\min\left\{\mu_{\widetilde{\Re}_{ik}}(R_{ik}), \mu_{\widetilde{\gamma}_{kj}}), \forall k, j \middle| R'_{ij} = \sum_{k=1}^{n} R_{ik}r_{kj} \Big/ \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} R_{ik}r_{kj}\right\}$$

برای یافتن تابع عضویت $\mu_{\widetilde{R}'_{ij}}$ بایستی کران های بالا و پایین α برش های $\widetilde{R}'_{ij}$ محاسبه شوند، که از طریق معادله های(۱۹) و (۲۰) حل می شوند:

$$\begin{aligned}(\Re'_{ij})^{ij}_\alpha &= \min R'_{ij} = \sum_{k=1}^{n} R_{ik}r_{kj} \Big/ \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} R_{ik}r_{kj} \\ s.t.\quad & (\Re)^L_\alpha \leq R_{ik} \leq (\Re_{ik})^U_\alpha \quad \forall k, \\ & (\gamma_{kj})^L_\alpha \leq r_{kj} \leq (\gamma_{kj})^U_\alpha \quad \forall k, j,\end{aligned} \tag{۱۹}$$

$$\begin{aligned}(\Re'_{ij})^{ij}_\alpha &= \max nR'_{ij} = \sum_{k=1}^{n} R_{ik}r_{kj} \Big/ \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} R_{ik}r_{kj} \\ s.t.\quad & (\Re)^L_\alpha \leq R_{ik} \leq (\Re_{ik})^U_\alpha \quad \forall k, \\ & (\gamma_{kj})^L_\alpha \leq r_{kj} \leq (\gamma_{kj})^U_\alpha \quad \forall k, j,\end{aligned} \tag{۲۰}$$

به زبان ریاضی، کران‌های بالا و پایین α برش های $\widetilde{R}'_{ij}$، $(\widetilde{R}'_{ij})^L_\alpha$ و $(\widetilde{R}'_{ij})^U_\alpha$ با استفاده از معادله‌های (۲۱) و (۲۲) فرموله می گردد.

$$(R'_{ij})^L_\alpha = \sum_{k=1}^{n}(\Re_{ik})^L_\alpha(\gamma_{kj})^L_\alpha \Big/ \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}(\Re_{ik})^U_\alpha(\gamma_{kj})^U_\alpha \tag{۲۱}$$

$$(R'_{ij})^U_\alpha = \sum_{k=1}^{n}(\Re_{ik})^U_\alpha(\gamma_{kj})^U_\alpha \Big/ \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}(\Re_{ik})^L_\alpha(\gamma_{kj})^L_\alpha \tag{۲۲}$$

که مقدار α برش یک عدد فازی مثلثی مانند $\tilde{M}$، $\tilde{M} = m_1, m_2, m_3)$ به صورت معادله (۲۳) تعریف می گردد:

$$\tilde{M}_\alpha = \left[m_\alpha^L, m_\alpha^U\right] = \left[(m_2 - m_1)\alpha + m_1), (m_3 - (m_3 - m_2)\alpha, \quad \forall\alpha \in [0,1]\right] \quad (۲۳)$$

حل معادله فوق، یک مجموعه راه حل‌ها با کران‌های بالا و پایین برای هر α فراهم می کند. چن و ونگ[۸] برای بهبود نتایج، فرمول های جدیدی برای یافتن طیف های دقیق تر، $m(\Re'_{ij})^L_\alpha$ و $m(\Re'_{ij})^U_\alpha$ طرح نمودند که به صورت معادله (۲۴) فرموله می شوند:

$$m(\Re'_{ij})^L_\alpha = \sum_{k=1}^{n} (\Re_{ik})^L_\alpha (\gamma_{kj})^L_\alpha \Big/ \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq k}}^{n}\sum_{k=1}^{n} (\Re_{ik})^U_\alpha (\gamma_{kj})^U_\alpha + \sum_{k=1}^{n} (\Re_{ik})^L_\alpha (\gamma_{kj})^L_\alpha \quad (۲۴)$$

$$m(\Re'_{ij})^U_\alpha = \sum_{k=1}^{n} (\Re_{ik})^U_\alpha (\gamma_{kj})^U_\alpha \Big/ \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq k}}^{n}\sum_{k=1}^{n} (\Re_{ik})^L_\alpha (\gamma_{kj})^L_\alpha + \sum_{k=1}^{n} (\Re_{ik})^U_\alpha (\gamma_{kj})^U_\alpha$$

تکنیک متوسط موزون فازی

وقتی روابط بین نیازمندی‌های مشتری و نیازمندی‌های طراحی محصول(یعنی چه چیزها و چگونگی‌ها) با استفاده از روش چن و ونگ[۷] نرمالیزه شدند، درجات اهمیت تکنیکی فازی j امین نیازمندی طراحی محصول، $\tilde{W}_j$ بوسیله متوسط موزون فازی هر وزن فازی نیازمندی مشتری و j امین رابطه نرمالیزه فازی از طریق فرمول(۲۵) محاسبه می شود.

$$\tilde{W}_j = \sum_{i=1}^{m} m(\tilde{\Re}'_{ij}) \otimes \tilde{K}_i \Big) \Big/ \sum_{i=1}^{m} \tilde{K}_i \quad (۲۵)$$

که $\tilde{K}_i$، $i = 1,...,m$ وزن فازی نیازمندی‌های مشتری(چه چیزها)در ماتریس خانه کیفیت است که از طریق تحلیل سلسله مراتبی فازی تشریح شده در بخش ۲. ۳ محاسبه می‌شود. $\tilde{w}_j$ ، $j = 1,...,m$ وزن فازی نیازمندی‌های طراحی محصول (چگونه ها)در ماتریس خانه کیفیت است. مقدار $\tilde{w}_j$ برای سنجش تاثیر کلی j امین نیازمندی طراحی محصول در تامین نیازمندی مشتری به کار می رود. به عبارت دیگر، مجموعه فازی $\tilde{w}_j$، درجه تامین نیازمندی مشتری(CR) را نشان می دهد که می تواند به وسیله j امین نیازمندی طراحی محصول(DR) تحقق یابد. حل معادله (۲۵) به علت پوشش دادن چند عدد فازی دشوار است. به همین ترتیب، محاسبات

می‌تواند از طریق α برش اعداد فازی اجرا گردد. در یک سطح ممکن خاص α، کران‌های بالا و پایین α برش‌ها از طریق حل معادلات(۲۶) و (۲۷) به دست می آید:

$$(W_j)_\alpha^L = \min \sum_{i=1}^{m} m(\Re'_{ij})_\alpha^L \cdot k_i \Big/ \sum_{i=1}^{m} k_i \qquad (۲۶)$$
$$s.t. \quad (K_i)_\alpha^L \le k_i \le (K_i)_\alpha^U, \ \ i = 1,2,...,m$$

$$(W_j)_\alpha^U = \max \sum_{i=1}^{m} m(\Re'_{ij})_\alpha^U \cdot k_i \Big/ \sum_{i=1}^{m} k_i \qquad (۲۷)$$
$$s.t. \quad (K_i)_\alpha^L \le k_i \le (K_i)_\alpha^U, \ \ i = 1,2,...,m$$

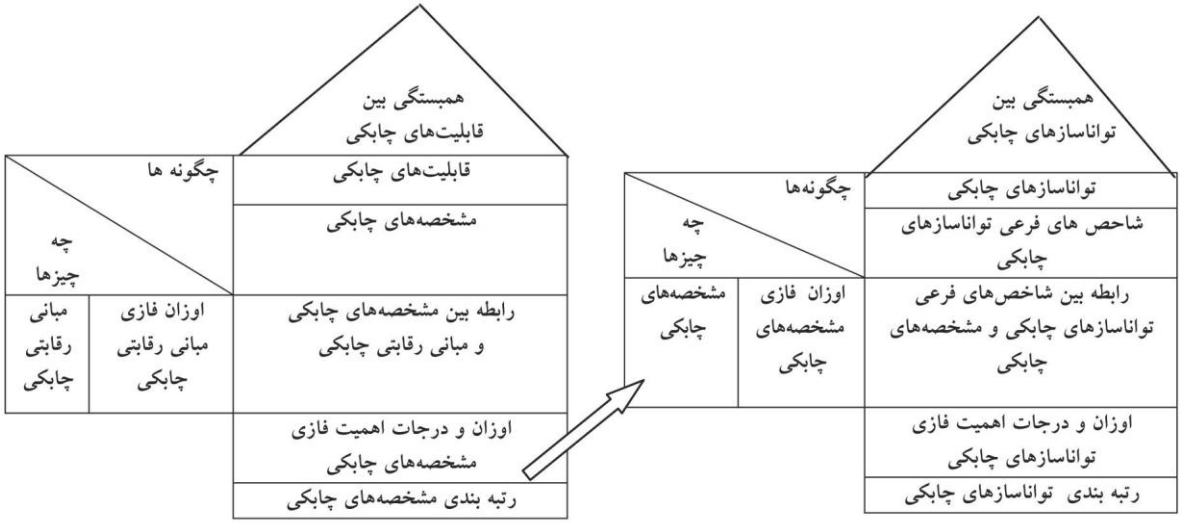
به دلیل آنکه خروجی فرمول‌های(۲۶) و (۲۷) فازی می‌باشند، لازم است که ازطریق روش‌های فازی زدایی به مقادیر قطعی تبدیل شوند. در اینجا از اپراتور مقدار مورد انتظار فازی [۹] برای فازی‌زدایی استفاده می‌شود. بر طبق این روش، امتیاز کریسپ نیازمندی‌های طراحی محصول در ماتریس خانه کیفیت از طریق فرمول ذیل محاسبه می گردد:

$$E[\widetilde{Y}_j] = \frac{1}{2L} \sum_{f=1}^{h} \left((Y_j)_{\alpha f}^U + (Y_j)_{\alpha f}^L \right), \ \ j = 1,2,...,n \qquad (۲۸)$$

توسعه مدل مفهومی و فازی چابک سازی تولید

تبیین مدل مفهومی چابک سازی تولید

در این بخش، مدل مفهومی چابک سازی تولید با الگوبرداری از چارچوب مفهومی بوت تانی[۳] تشریح می‌شود. این مدل مفهومی از سه مولفه اساسی تشکیل شده است که به وسیله دو ماتریس خانه کیفیت (شکل۱) به هم دیگر پیوند می‌خورند. بر طبق چارچوب مفهومی بوت تانی [۳]، در اولین ماتریس خانه کیفیت، تاثیرقابلیت‌های چابکی تولید بر مبانی رقابتی چابکی سازمان، و در دومین ماتریس خانه کیفیت، تاثیر توانا سازهای چابکی تولید بر روی قابلیت‌های چابکی تولید سازمان بررسی می گردد.



شکل ۱. روش شناسی گسترش عملکردکیفیت برای چابک سازی(اقتباس از بوت تانی[۳])

الف- تعریف و تبیین مبانی رقابتی. بر طبق ویژگی های حوزه بازار، هرسازمان تولیدی باید مبانی رقابتی خود را به منظوردستیابی به برتری رقابتی و متمایز شدن، تعریف و انتخاب کند. در متون تحقیق به شش عامل سرعت، انعطاف پذیری، نوآوری، کیفیت، سودآوری، فعالانه و پیش گیرانه مبانی رقابتی [۳۵] به عنوان مبانی رقابتی چابکی شده است. در این تحقیق، شش عامل فوق و نیز سه عامل مسئولیت پذیری اجتماعی موسسه، پاسخ گویی وخدمات مشتری به عنوان مبانی رقابتی مورد ملاحظه قرار گرفته است.

ب- قابلیت‌های چابکی تولید. قابلیت‌های چابکی تولید، عناصری هستند که ساختار واقعی و زیربنایی یک تولید چابک را شکل می دهند[۲۶]. این قابلیت‌ها به یک سازمان در دستیابی به مبانی رقابتی برگزیده و متعالی شدن در آنها کمک می کنند. محققان به عوامل مختلفی از جمله تلفیق سازمان، افراد بسیار مطلع و ماهر و فن‌آوری‌های پیشرفته[۲۲]، غنی سازی مشتری، همکاری و تشریک مساعی، سازماندهی برای کنترل تغییر و عدم اطمینان، و افزایش تاثیر افراد و اطلاعات [۱۱، ۱۵]، نظام‌ها یا فن‌آوری‌های اطلاعات، افراد، فرآیندهای کسب و کار و تسهیلات[۱۰، ۲۶]، رفاه و سعادت، آموزش و پرورش، بازار، مشارکت، تغییر، کیفیت، فنآوری، تیم سازی، شایستگی و تلفیق و یکپارچگی [۳۵] به عنوان قابلیت‌های چابکی تولید نام برده اند. دراین تحقیق، ازچارچوب مفهومی یوسف و همکاران[۳۵] به عنوان قابلیت‌های چابکی سازمان استفاده می‌شود، که در جدول(۱) نشان داده شده است.

جدول۱. قابلیت‌های چابکی(اقتباس از یوسف و همکارانش[۱۷]).

قابلیت چابکی	مشخصه های چابکی
رفاه و سعادت	رضایت کارکنان
آموزش و پرورش	آموزش و توسعه مستمر، سازمان یادگیرنده، افراد منعطف و چند مهارته، ارتقای مهارت نیروی کار
بازار	واکنش به نیاز مندی های در حال تغییربازار، معرفی محصولات جدید، نوآوری‌ها به تحریک مشتری، رضایت مشتری
مشارکت	رابطه مبتنی بر اعتماد با مشتریان و تامین کنندگان، شکل دادن سریع مشارکت ها، رابطه استراتژیک با مشتریان، رابطه نزدیک با تامین کنندگان
تغییر	فرهنگ تغییر، بهبود مستمر
کیفیت	کیفیت در زندگی محصول، محصولات با ارزش افزوده اساسی، طراحی درست برای بار اول، زمان های کوتاه سیکل توسعه محصول.
فن آوری	آگاهی از فن آوری، رهبری در استفاده از فنآوری جاری، فنآوری های بهبود و ارتقای دانش و مهارت، فنآوری های تولید منعطف.
تیم سازی	تصمیم گیری غیر متمرکز، افراد توانمند کار کن در تیم ها، تیم های میان وظیفه ای، تیم‌ها در عرض مرزهای شرکت.
شایستگی	تکثیر دشوار اقدام‌ها و ساختار کسب و کار، قابلیت های چندکاره.
تلفیق و یکپارچگی	اجرای هم زمان فعالیت ها، تلفیق و یکپارچگی موسسه، قابل دسترس بودن اطلاعات برای همه کارکنان.

ج- تواناسازهای چابکی: تواناسازهای چابکی در دستیابی به قابلیت‌های چابکی به سازمان کمک می کنند. ورنادات و همکاران[۳۳] معتقدندکه چنین تواناسازهایی بایستی سبب تلفیق عناصراساسی شرکت، افراد، تکنولوژی و سازمان شوند. گلدمن و همکارانش[۱۴] بیان می کنند که تولید چابک از تلفیق این سه منبع در یک سیستم هماهنگ و به هم وابسته حاصل می گردد. در متون چابکی از مشارکت و روابط نزدیک باتامین کنندگان، تولید به هنگام و فن آوری های پیشرفته اطلاعاتی[۲۴]، سازمان، فن آوری، افراد، و نوآوری [۳۷]، برنامه ریزی استراتژی، طراحی محصول، موسسه مجازی، و فن‌آوری اطلاعاتی [۱۸]، ابزارها / متریک های تشکیل موسسه مجازی، تیم های توزیع شده از لحاظ فیزیکی و تولید، ابزارها / متریک های شکل‌گیری سریع مشارکت، مهندسی هم زمان، سیستم یکپارچه اطلاعات محصول / تولید / کسب و کار، ابزارهای نمونه سازی سریع، تجارت الکترونیکی [۱۶]، استراتژی ها، سیستم‌ها، فن‌آوری‌ها و افراد [۱۷]، منابع انسانی چابک، فنآوری‌های

چابک/ فنآوری پیشرفته تولید، تلفیق زنجیره ارزش، مهندسی همزمان، و مدیریت دانش[۳۲] به عنوان تواناسازهای چابکی تولید نام برده شده است. در این تحقیق از تواناسازهای چابکی وازکویز ـ باستلو و همکاران [۳۲] استفاده شده است، که به تفصیل در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول۲. تواناسازهای چابکی تولید (اقتباس از وازکویز ـ باستلو و همکارانش[۳۲]).

تواناسازهای چابکی	شاخص های فرعی
منابع انسانی چابک	آموزش و تعلیم منابع انسانی، کار تیمی، انگیزش، سیستم های پاداش ارگانیک.
تلفیق زنجیره ارزش	همکاری بین بخش ها، همکاری با تامین کنندگان، همکاری با مشتریان.
مدیریت دانش	هنجارهای سازمانی حامی تجربه و آزمایش، پایگاه داده در دسترس، تیم های کاری که به دانش دسترسی دارند،دانش را به کار می‌برند، و دانش را نو می کنند، مکانیزم های رسمی برای نشر بهترین اقدام‌ها و اعمال.
مهندسی هم زمان	توسعه هم زمان محصول و فرآیند، تیم‌های چند وظیفه‌ای، درگیری نخستین، همکاری نزدیک در سراسر فرآیند.
فنآوری های پیشرفته تولید/ فنآوری های چابک	فن‌آوری‌های پیشرفته طراحی، فن آوری های پیشرفته تولید، سیستم های اطلاعاتی یکپارچه شده با مشتریان و تامین کنندگان، سیستم های اطلاعاتی یکپارچه شده در تولید، سیستم های برنامه ریزی.

مدل فازی چابک سازی تولید

دراین بخش، مدل فازی چابک سازی تولید بر طبق مدل مفهومی تشریح شده در بخش ۱. ۴ (شکل۱) در دو مرحله تشریح می گردد.

محاسبه اوزان ودرجات اهمیت مبانی رقابتی چابکی در اولین ماتریس خانه کیفیت**:** برای محاسبه اوزان مبانی رقابتی چابکی از تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده می‌شود، که الگوریتم آن در ادامه تشریح می گردد:

کسب اطلاعات ازخبرگان و تصمیم گیرندگان: در این مرحله، دانش و اطلاعات خبرگان و تصمیم گیرندگان از طریق یک پرسشنامه طراحی شده با فرمت تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از مقیاس نه گزینه‌ای ساعتی (جدول۳) در شکل واژه‌ها و اصطلاحات زبانی اخذ می‌گردد. خبرگان و تصمیم گیرندگان، قضاوت و ارزیابی خود را در باره میزان اهمیت مبانی رقابتی برای سازمان خود به صورت مقایسه زوجی بیان می کنند.

تشکیل ماتریس های مثبت فازی: امتیازهای مقایسه زوجی که توسط ارزیاب‌ها و

تصمیم گیرندگان سازمان به صورت واژه‌های زبانی بیان شده اند، به منظور تسهیل انجام محاسبات فازی، به اعداد فازی مثلثی متناظرشان تبدیل می شوند. مقیاس تبدیل فازی مثلثی که در این مقاله به کار رفته است، در جدول(۳) نشان داده شده است.
ماتریس تقابل مثبت فازی به صورت معادله(۲۹) تعریف می‌شود[۴]:

$$\widetilde{R}^k = [\widetilde{r}_{ij}]^k \ ، \ \widetilde{r}_{ij} = 1, \forall i = j \ ، \ \widetilde{r}_{ij} = 1/\widetilde{r}_{ij}, \forall i, j = 1,2,...,n \qquad (۲۹)$$

که $\widetilde{R}^k$: یک ماتریس تقابلی مثبت برای تصمیم گیرنده k، و $\widetilde{r}_{ij}$: اهمیت نسبی بین عناصر تصمیم i و j نشان می‌دهد.
تجمیع قضاوت های فازی همه تصمیم گیرندگان در یک ماتریس جمعی و گروهی: قضاوت های فازی همه خبرگان و تصمیم گیرندگان با استفاده از روش میانگین هندسی (فرمول۳۰) با همدیگر تلفیق و تجمیع می شود. نتیجه تلفیق و تجمیع، یک ماتریس قضاوت فازی گروهی است که مبنای محاسبه اوزان فازی و درجات اهمیت فازی در مراحل بعدی خواهد بود.

$$\widetilde{R}_{ij}^g = (\prod_{k=1}^{K} \widetilde{R}_{ij}^k)^{1/K} \ , \forall k = 1,2,...,K; \forall i, j = 1,2,...,n \qquad (۳۰)$$

که $\widetilde{R}_{ij}^g$: قضاوت و ارجحیت فازی گروه تصمیم گیرنده، و K: تعداد تصمیم گیرندگان است.
محاسبه میزان سازگاری و تحلیل سازگاری: موضوع مهم درتحلیل سلسله مراتبی، سازگاری است که از طریق شاخص سازگاری(CI) محاسبه می‌شود. CI از طریق فرمول (۳۱) برای مقایسات فردی، از طریق فرمول (۳۲) برای مقایسات گروهی محاسبه می گردد:

$$CI = \lambda_{\max} - n/n \qquad (۳۱)$$

$$CI = \lambda_{\max} - n/n-1 \qquad (۳۲)$$

CI سطح سازگاری است که با ملاحظه یک ماتریس مقایسه برآورد می‌گردد. به دلیل آنکه CI به n وابسته است، یک نسبت سازگاری CR محاسبه می گردد که مستقل از n می‌باشد، که از طریق فرمول(۳۳) محاسبه می گردد.

جدول۳. مقیاس کیفی و اعداد فازی مثلثی(اقتباس شده از لی و همکارانش[۲۳]

متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی مثبت	اعداد فازی مثلثی معکوس مثبت	متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی مثبت	اعداد فازی مثلثی معکوس مثبت
فوق العاده مهم	(۹، ۹، ۹)	(۱/۹، ۱/۹، ۱/۹)	نسبتا مهم تا مهم	(۵، ٤، ۳)	(۱/۳، ۱/٤، ۱/۵)
بسیار مهم تا فوق العاده مهم	(۹، ۸، ۷)	(۱/۷، ۱/۸، ۱/۹)	نسبتا مهم	(٤، ۳، ۲)	(۱/۲، ۱/۳، ۱/٤)
بسیار مهم	(۸، ۷، ٦)	(۱/٦، ۱/۷، ۱/۸)	اهمیت همسان تا نسبتا مهم	(۳، ۲، ۱)	(۱، ۱/۲، ۱/۳)
مهم تا بسیار مهم	(۷، ٦، ۵)	(۱/۵، ۱/٦، ۱/۷)	اهمیت همسان	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)
مهم	(٦، ۵، ٤)	(۱/٤، ۱/۵، ۱/٦)			

جدول۳. مقیاس کیفی و اعداد فازی مثلثی(اقتباس شده از لی و همکارانش[۲۳]

$$CR = CI / RI \qquad (۳۳)$$

RI ، شاخص تصادفی، شاخص متوسط سازگاری است که ماتریس مقایسه زوجی با اندازه مشابه به طور تصادفی تولید می کند(جدول۴). اگر آزمون سازگاری تامین نشود، ارزش‌های اولیه و نخستین در ماتریس مقایسه زوجی بایستی توسط تصمیم گیرندگان اصلاح شود [۲۸].

جدول٤. شاخص تصادفی(RI)[۲۷]

n	RI	n	RI	n	RI	n	RI	n	RI
۳	۰/۵۸	٤	۰/۹۰	۵	۱/۱۲	٦	۱/۲٤	۱۵	۱/۵۹
۷	۱/۳۲	۸	۱/٤۱	۹	۱/٤۵	۱۰	۱/۱۹		
۱۱	۱،۵۱	۱۲	۱،٤۸	۱۳	۱،۵٦	۱٤	۱،۵۷		

محاسبه اوزان فازی مبانی رقابتی. در این مرحله، اوزان فازی مبانی رقابتی بر طبق روش لامبدا ـ ماکس (تشریح شده در بخش ۱. ۳) محاسبه می‌گردد. اوزان فازی مبانی رقابتی به عنوان چه چیزها در اولین ماتریس خانه کیفیت در مدل فازی چابک سازی تولید مورد ملاحظه قرار می گیرد.

محاسبه اوزان و درجات اهمیت چگونگی در اولین و دومین ماتریس خانه کیفیت. برای محاسبه اوزان و درجات اهمیت قابلیت‌های چابکی تولید در اولین ماتریس خانه کیفیت و تواناسازهای چابکی تولید در دومین ماتریس خانه کیفیت به عنوان چگونگی ها، الگوریتم ذیل دنبال می گردد:

کسب دانش و اطلاعات تصمیم گیرندگان و تجمیع آنها: برای کسب دانش و اطلاعات خبرگان و تصمیم گیرندگان از دوپرسشنامه به منظور اجرای تکنیک گسترش عملکرد کیفیت طراحی شده است. پرسشنامه اول به منظور کسب دانش و اطلاعات خبرگان و تصمیم گیرندگان بر روابط بین چه چیزها و چگونگی‌ها در هر دو ماتریس خانه کیفیت طراحی شده است. در این پرسشنامه از خبرگان و تصمیم گیرندگان خواسته می شود که ارتباط بین قابلیت‌های چابکی تولید و مبانی رقابتی سازمان را در اولین ماتریس خانه کیفیت، و نیز روابط بین قابلیت‌های چابکی و تواناسازهای چابکی در دومین خانه کیفیت ارزیابی کنند و قضاوت خود را درباره این رابطه با استفاده از واژه‌ها و اصطلاحات زبانی (مقیاس زبانی تعریف شده در جدول۵)بیان کنند. پرسشنامه دوم به منظور کسب دانش و اطلاعات خبرگان و تصمیم گیرندگان بر روی همبستگی بین چگونگی‌ها در هر دو ماتریس طراحی شده است. در این پرسشنامه از خبرگان و تصمیم گیرندگان خواسته می شود که درجه همبستگی(مثبت، منفی و نبود همبستگی) بین قابلیت‌های چابکی تولید با هم در اولین ماتریس خانه کیفیت، و نیز درجه همبستگی(مثبت، منفی و نبود همبستگی) بین تواناسازهای چابکی تولید با هم در دومین ماتریس خانه کیفیت با استفاده از مقیاس زبانی تعریف شده در جدول(۵) بیان کنند. با توجه به این که قضاوت خبرگان بر روی روابط بین چه چیزها و چگونه ها، و نیز همبستگی بین چگونه‌ها در هر دو ماتریس خانه کیفیت به صورت واژه های کیفی و زبانی بیان شده است، و در برگیرنده مقداری ابهام و نادقیقی است. از این رو برای کمی سازی ابهام موجود در روابط از اصول و قواعد مجموعه فازی استفاده می شود. بنابراین ابتدا واژه های زبانی و کیفی به اعداد فازی تبدیل می‌شوند. در اینجا از اعداد فازی مثلثی(جدول۵) به علت سهولت محاسبات استفاده می‌شود.

تشکیل ماتریس روابط فازی بین چه چیزها و چگونه‌ها و تجمیع قضاوت فازی خبرگان و تصمیم گیرندگان. با تشکیل ماتریس روابط در هر دو خانه کیفیت، قضاوت‌های فازی تصمیم گیرندگان بر روی روابط بین چه چیزها و چگونه‌های ماتریس روابط، و همبستگی بین چگونه‌ها در هر دو ماتریس خانه کیفیت برای

بدست آوردن قضاوت گروهی بایستی تجمیع شوند. یک روش تجمیع خوب بایستی طیف مقادیر فازی هر تصمیم گیرنده را مورد ملاحظه قرار دهد، بدین معنا که طیف مقادیر فازی تجمیع شده بایستی شامل طیف هایی از مقادیر فازی همه تصمیم گیرندگان باشد. بنابراین وقتی قضاوت های فازی تصمیم گیرندگان با اعداد فازی مثلثی مدل سازی شده باشند. با فرض عدد فازی $\tilde{M}$، $\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3)$ و L تعداد تصمیم گیرنده ها $k = 1,2,...,L$؛ مقدار فازی تجمیع شده می‌تواند با استفاده از معادله(۳۴) تعریف و محاسبه گردد.

$$m_3^g = \max_k (m_3^k) \quad ، \quad m_2^g = 1 \Big/ L \sum_{k=1}^{L} m_2^k \quad ، \quad m_1^g = \min_k (m_1^k) \qquad (۳۴)$$

جدول۵ . مقیاس زبانی برای ارزیابی روابط بین چگونه‌ها و چه چیزها، و نیز همبستگی بین چگونه ها

مقیاس زبانی برای قوت های رابطه ای و همبستگی بین چگونه ها	اعداد فازی مثلثی مثبت	اعداد فازی مثلثی منفی برای همبستگی منفی بین چگونه ها
بسیار ضعیف	(۰، ۰، ۰/۲)	(۰، ۰، -۰/۲)
ضعیف	(۰، ۰/۲، ۰/٤)	(۰، -۰/۲، -۰/٤)
نسبتا ضعیف	(۰/۲، ۰/۳۵، ۰/۵)	(-۰/۲، -۰/۳۵، -۰/۵)
متوسط	(۰/۳، ۰/۵، ۰/۷)	(-۰/۳، -۰/۵، -۰/۷)
نسبتا قوی	(۰/۵، ۰/٦۵، ۰/۸)	(-۰/۵، -۰/٦۵، -۰/۸)
قوی	(۰/٦، ۰/۸، ۱)	(-۰/٦، -۰/۸، -۱)
بسیار قوی	(۰/۸، ۱، ۱)	(-۰/۸، -۱، -۱)

محاسبه اوزان و درجات اهمیت فازی قابلیت‌های چابکی تولید در اولین ماتریس خانه کیفیت. اوزان ودرجات اهمیت فازی قابلیت‌های چابکی تولید در اولین ماتریس خانه کیفیت با ملاحظه همبستگی بین قابلیت‌های چابکی سازمان از طریق روش نرمال سازی چن و ونگ [۷] و تکنیک متوسط موزون فازی (تشریح شده در بخش ۲. ۳ و ۳. ۳) محاسبه می‌شود. اوزان فازی قابلیت‌های چابکی تولید به عنوان چگونه‌های اولین ماتریس کیفیت، در دومین ماتریس خانه کیفیت به عنوان اوزان فازی چه چیزها مورد ملاحظه قرار می گیرند.

محاسبه اوزان و درجات اهمیت فازی تواناسازهای چابکی تولید در دومین

ماتریس خانه کیفیت. اوزان ودرجات اهمیت فازی تواناسازهای چابکی تولید در دومین ماتریس خانه کیفیت با ملاحظه همبستگی بین تواناسازهای چابکی تولید از طریق روش نرمال سازی چن و ونگ [۷] و تکنیک متوسط موزون فازی (تشریح شده در بخش‌های ۳. ۳ و ۳. ۳) محاسبه می‌شوند.

غیر فازی کردن اوزان فازی مبانی رقابتی، قابلیت‌های چابکی تولید و تواناسازهای چابکی تولید. برای تعیین مهمترین مبانی رقابتی چابکی سازمان، و نیز قابلیت‌ها و تواناسازهای چابکی تولید برای کمک به مدیریت برای تصمیم گیری به منظور تمرکز و سرمایه‌گذاری بر روی تواناسازهای چابکی تولید و بهبود قابلیت‌های چابکی تولید سازمان به منظور دستیابی به اولویت‌های رقابتی سازمان، بایستی از روش‌های رتبه‌بندی اعداد فازی استفاده نمود. دراین مقاله،از دو روش طرح شده در متون فازی برحسب تناسب استفاده شده است. این دو روش در بخش‌های ۲. ۳ و ۳. ۳ تشریح شده است.

مطالعه موردی مدل مفهومی و کمی فازی چابک سازی تولید

مدل مفهومی و کمی فازی چابک سازی تولید توسعه یافته در بخش۴ در چهار شرکت صنعت فولاد خوزستان ـ شرکت فولاد خوزستان،گروه ملی صنعتی فولاد ایران، شرکت لوله سازی اهواز، شرکت فولاد کاویان به عنوان قلمرو مدل اجرا گردید. از روش مصاحبه ساختاریافته برای شناسایی و توافق بر مبانی رقابتی چابکی، قابلیت‌ها و تواناسازهای چابکی تولید با مدیران شرکت‌های مورد مطالعه استفاده شد. از پنج پرسشنامه تشریح شده در بخش‌های ۱. ۱. ۲. ۴ و ۱. ۲. ۲. ۴ برای کسب دانش و اطلاعات مدیران سطوح مختلف و کارشناسان حوزه‌های عملکردی شرکت‌های مورد مطالعه (در هر شرکت مجموعا ۳۰ نفر) استفاده شد. در ادامه، نتایج به دست آمده از اجرای مدل مفهومی و کمی فازی چابک سازی تولید در صنعت فولاد خوزستان به شرح ذیل تبیین می گردد:

الف- محاسبه اوزان فازی و قطعی مبانی رقابتی چابکی. داده های بدست آمده از مقایسه زوجی مبانی رقابتی چابکی توسط کارشناسان و مدیران هر کدام از

شرکت‌های صنعت فولاد خوزستان با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی فازی تشریح شده در بخش۱. ۳. و ۱. ۲. ۴ تحلیل شدند. نتایج در جداول(۶) و (۷) ارائه شده است. میزان سازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی برای شرکت فولاد خوزستان برابر با ۰/۰۷، برای گروه ملی صنعتی فولاد ایران معادل با ۰/۰۸۵، برای شرکت لوله سازی اهواز معادل با ۰/۰۶۸ و برای شرکت فولاد کاویان معادل با ۰/۰۸۹ به دست آمد، که بر سازگاری قضاوت‌های خبرگان و مدیران بر روی درجات اهمیت مبانی رقابتی دلالت دارد. نتایج تحلیل سلسله مراتبی فازی نشان داد که شرکت فولاد خوزستان در مبانی رقابتی چابکی کیفیت، سودآوری و نوآوری، خدمات مشتری، انعطاف پذیری و پاسخ گویی، سرعت و رفتار فعالانه، قیمت محصولات، مسئولیت پذیری اجتماعی به ترتیب رتبه های۱تا ۱۰(جدول۶)؛ شرکت گروه ملی صنعت فولاد خوزستان در مبانی رقابتی کیفیت، نوآوری، خدمات مشتری، انعطاف‌پذیری، سودآوری، پاسخ‌گویی، قیمت محصولات، رفتار فعالانه، سرعت و مسئولیت پذیری اجتماعی به ترتیب رتبه های ۱ تا۱۰(جدول۶)؛ شرکت لوله سازی اهواز در مبانی رقابتی کیفیت، نوآوری، سودآوری، خدمات مشتری، انعطاف پذیری، پاسخگویی، قیمت محصولات، سرعت، رفتار فعالانه و مسئولیت پذیری اجتماعی به ترتیب رتبه‌های ۱ تا ۱۰(جدول۷)؛ و شرکت فولاد کاویان در مبانی رقابتی کیفیت، نوآوری سودآوری و رفتار فعالانه، خدمات مشتری، قیمت محصولات، سرعت، پاسخ گویی، انعطاف پذیری و مسئولیت پذیری اجتماعی به ترتیب رتبه های ۱ تا ۱۰ (جدول ۷) را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول٦ . اوزان فازی و قطعی مبانی رقابتی شرکت های صنعت فولاد خوزستان

مبانی رقابتی چابکی	شرکت فولاد خوزستان		شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران	
	اوزان فازی	اوزان قطعی	اوزان فازی	اوزان قطعی
سرعت	(۰/۱۲٤، ۰/۰۸۱، ۰/۰٤۷)	۰/۰۸	(۰/۰٤۹، ۰/۰۳۲، ۰/۰۲۰)	۰/۰۳۵
انعطاف پذیری	(۰/۱۲۲، ۰/۰۸۳، ۰/۰۵۲)	۰/۰۸٦	(۰/۱۷۸، ۰/۱۱۱، ۰/۰٦۳)	۰/۱۰
کیفیت	(۰/۳۲۱، ۰/۲۲٦، ۰/۱٤٦)	۰/۲۰	(۰/۲٦۹، ۰/۱۸۲، ۰/۱۱۲)	۰/۱۷
سوداوری	(۰/۱۸۳، ۰/۱۲۳، ۰/۰۷٤)	۰/۱۲	(۰/۱۱۹، ۰/۰۷٦، ۰/۰٤۵)	۰/۰۷٦
نوآوری	(۰/۱۸٦، ۰/۱۲۲، ۰/۰۷٤)	۰/۱۲	(۰/۳٦۳، ۰/۲٤٤، ۰/۱٤۹)	۰/۲۱
خدمات مشتری	(۰/۱۳۰، ۰/۰۹۵، ۰/۰٦٤)	۰/۱۰۰	(۰/۱۸٦، ۰/۱۱۹، ۰/۰٦۸)	۰/۱۱
قیمت محصولات	(۰/۱۰۷، ۰/۰۷۱، ۰/۰٤٤)	۰/۰۷٤	(۰/۱۱۲، ۰/۰٦۹، ۰/۰۳۸)	۰/۰٦۷
مسئولیت پذیری اجتماعی	(۰/۰٤۸، ۰/۰۳۱، ۰/۰۲۰)	۰/۰۳٤	(۰/۰٤۱/۰۲٦، ۰/۰، ۰/۰۱۷)	۰/۰۲۹
پاسخگویی	(۰/۱۲۰، ۰/۰۸٦، ۰/۰۵٦)	۰/۰۹۰	(۰/۱۲۰، ۰/۰۷٤، ۰/۰٤٤)	۰/۰۷٤
رفتار فعالانه	(۰/۱۲۱، ۰/۰۸۲، ۰/۰۵۱)	۰/۰۸٤	(۰/۱۱۵، ۰/۰٦٦، ۰/۰۳٦)	۰/۰٦٤

ب- محاسبه اوزان فازی و قطعی قابلیت های چابکی تولید و شاخص‌های فرعی آنها در اولین ماتریس خانه کیفیت. با استفاده از روش نرمال سازی چن و ونگ[۷] و تکنیک متوسط موزون فازی (تشریح شده در بخش‌های ۲. ۳، ۳. ۳،۲. ۲. ۴)، داده‌های به دست آمده از خبرگان و تصمیم گیرندگان شرکت‌های صنعت فولاد خوزستان بر روی روابط بین مبانی رقابتی چابکی و قابلیت‌های چابکی تولید، و نیز همبستگی بین قابلیت‌های چابکی تولید از طریق پرسشنامه با ملاحظه یازده α- برش مختلف، ۱، ۰,۹، ۰,۸، ۰,۷، ۰,۶، ۰,۵، ۰,۴، ۰,۳، ۰,۲، ۰,۱، ۰ = α تحلیل شدند α- برش های مختلف، سطوح تحقق قابلیت‌های چابکی تولید را نشان می دهد. نتایج تحلیل در جداول(۸) و (۹) نشان داده شده است. نتایج این مرحله از تحلیل(جدول۹) نشان می دهد که شرکت فولاد خوزستان در قابلیت‌های چابکی تولید" کیفیت، تیم سازی، تغییر، بازار، آموزش و پرورش، فن آوری، مشارکت، شایستگی، تلقیق و یکپارچگی، رفاه و سعادت" به ترتیب رتبه های۱ تا ۱۰؛ گروه ملی صنعتی فولاد خوزستان در قابلیت‌های چابکی تولید " تلفیق و یکپارچگی، کیفیت، فن آوری، شایستگی، تیم سازی، آموزش و پرورش، مشارکت و تغییر، بازار، رفاه و سعادت" به ترتیب رتبه‌های ۱ تا۹؛ شرکت لوله سازی اهواز در قابلیت‌های چابکی تولید" تلفیق و یکپارچگی، تغییر، کیفیت، تیم سازی، فن آوری،بازار، آموزش و پرورش، مشارکت، رفاه و سعادت و شایستگی" به ترتیب رتبه های ۱ تا ۹؛ و شرکت فولاد

کاویان در "قابلیت‌های چابکی تولید تلفیق و یکپارچگی، کیفیت، آموزش و پرورش، فن آوری و مشارکت، تغییر، تیم سازی، شایستگی، بازار، رفاه و سعادت" به ترتیب رتبه های ۱ تا ۱۰ را به خود اختصاص داده اند. همچنین هر چهار شرکت صنعت فولاد خوزستان در مشخصه چابکی رفاه و سعادت کارکنان کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده اند.

جدول۷ . اوزان فازی و قطعی مبانی رقابتی شرکت های صنعت فولاد خوزستان

مبانی رقابتی چابکی	شرکت لوله سازی اهواز		شرکت فولاد کاویان	
	اوزان فازی	اوزان قطعی	اوزان فازی	اوزان قطعی
سرعت	(۰/۰۵۷، ۰/۰۳۸، ۰/۰۲٤)	۰/۰٤	(۰/۰۷۹، ۰/۰۵۸، ۰/۰۳۸)	۰/۰٦۳
انعطاف پذیری	(۰/۱٤۸، ۰/۰۹٦، ۰/۰۵۸)	۰/۰۹٦	(۰/۰۷۷، ۰/۰۵٤، ۰/۰۳۵)	۰/۰۵۸
کیفیت	(۰/۳۱۵، ۰/۲۱۵، ۰/۱۳۲)	۰/۱۹۳	(۰/۳۹٦، ۰/۲۹۳، ۰/۱۹٦)	۰/۲٦
سوداوری	(۰/۲۲۷، ۰/۱۵۸، ۰/۱۰۰)	۰/۱۵۲	(۰/۱٤۱، ۰/۰۸۷، ۰/۰٦۱)	۰/۰۹۹
نوآوری	(۰/۲۹٤، ۰/۲۰٦، ۰/۱۳۱)	۰/۱۹۰	(۰/۲٦۹، ۰/۱۹٤، ۰/۱۲۵)	۰/۱۸۳
خدمات مشتری	(۰/۱٦۷، ۰/۱۱۲، ۰/۰٦۸)	۰/۱۱	(۰/۱۱۰، ۰/۰۸۱، ۰/۰۵۵)	۰/۰۸۸
قیمت محصولات	(۰/۰۸۵، ۰/۰۵۳، ۰/۰۲۹)	۰/۰۵	(۰/۰۷۳، ۰/۰۵٦، ۰/۰٤۰)	۰/۰٦٤
مسئولیت پذیری اجتماعی	(۰/۰۳٦، ۰/۰۲٤، ۰/۰۱۵)	۰/۰۲٦	(۰/۰۲٦، ۰/۰۱۹، ۰/۰۱٤)	۰/۰۲۳
پاسخگویی	(۰/۰۹۳، ۰/۰٦۲، ۰/۰۳۸)	۰/۰٦۴	(۰/۰۷۳، ۰/۰۵۳، ۰/۰۳٦)	۰/۰۵۹
رفتار فعالانه	(۰/۰٦۰، ۰/۰۳۷، ۰/۰۲۲)	۰/۰۳۹	(۰/۱۳۷، ۰/۰۹۴، ۰/۰٦۱)	۰/۰۹۸

ب- محاسبه اوزان فازی و قطعی تواناسازهای چابکی تولید و شاخص‌های فرعی آنها در دومین ماتریس خانه کیفیت. با استفاده از روش نرمال سازی چن و ونگ[۷] و تکنیک متوسط موزون فازی(تشریح شده در بخش‌های ۲. ۳، ۳. ۳،۲. ۲. ۴)، داده‌های به دست آمده از خبرگان و تصمیم گیرندگان شرکت‌های صنعت فولاد خوزستان بر روی روابط بین قابلیت‌ها و تواناسازهای چابکی تولید و نیز همبستگی بین تواناسازهای چابکی تولید با همدیگر از طریق پرسشنامه با ملاحظه یازده α- برش مختلف، ۱، ۰,۹، ۰,۸، ۰,۷، ۰,۶، ۰,۵، ۰,۴، ۰,۳، ۰,۲، ۰,۱، ۰ = α تحلیل شدند. α- برش های مختلف، سطوح تحقق تواناسازهای چابکی تولید را نشان می دهد. نتایج تحلیل در جداول(۱۰) و (۱۱) نشان داده شده است. نتایج این مرحله از تحلیل(جدول۱۱) نشان می دهد که شرکت فولاد خوزستان و شرکت فولاد کاویان

در تواناسازهای چابکی" منابع انسانی چابک، تلفیق زنجیره ارزش، فنآوری پیشرفته/ فن آوری های چابک، مدیریت دانش و مهندسی همزمان" به ترتیب رتبه های ۱ تا ۵ را به خود اختصاص داده اند. همچنین شرکت گروه ملی صنعتی فولاد خوزستان در تواناسازهای چابکی "فنآوری پیشرفته / فن آوری های چابک، تلفیق زنجیره ارزش و منابع انسانی، مدیریت دانش و مهندسی هم زمان" به ترتیب رتبه های ۱ تا ۴؛ و شرکت لوله سازی اهواز در تواناسازهای چابکی" مدیریت دانش، فن آوری های پیشرفته/ فن آوری های چابک، تلفیق زنجیره ارزش و منابع انسانی چابک، و مهندسی هم زمان" به ترتیب رتبه های ۱ تا ۴ را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول۸. اوزان قطعی قابلیت‌های چابکی تولید شرکت های صنعت فولاد خوزستان (اولین خانه کیفیت)

قابلیت‌های چابکی	مشخصه های چابکی	شرکت فولاد خوزستان	شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران	شرکت لوله سازی اهواز	شرکت فولاد کاویان
		اوزان	اوزان	اوزان	اوزان
تلفیق و یکپارچگی	اجرای هم زمان فعالیت ها	۰/٤۹	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۹٦
	تلفیق و یکپارچگی موسسه	۰/٥٤	۰/۰۸۹	۰/۹۲	۰/۰۹۲
	قابل دسترس بودن اطلاعات برای همه کارکنان	۰/٥۲	۰/۸۹	۰/۹٤	۰/۹۳
شایستگی	کپی سازی دشوار اقدام‌ها و ساختار کسب و کار	۰/٥٦	۰/٦۹	۰/٤٤	۰/۰٥۹
	قابلیت های چندکاره	۰/٥۷	۰/٦۹	۰/٤٥	۰/٥۷
تیم سازی	تصمیم گیری غیر متمرکز	۰/۸٦	۰/٦٦	۰/۸۰	۰/٦٦
	افراد توانمند کار کن در تیم ها	۰/۸۷	۰/٦۳	۰/۷۸	۰/٦٤
	تیم های میان وظیفه ای	۰/۸۸	۰/٦٥	۰/۷۷	۰/٦۱
	تیم‌ها در عرض مرزهای شرکت	۰/۸٥	۰/۷٤	۰/۷۷	۰/٦۲
فن آوری	آگاهی از فنآوری	۰/٦۷	۰/۷٦	۰/۷۲	۰/٥۳
	رهبری در استفاده از فنآوری جاری	۰/٦۸	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۸۰
	فن آوری های بهبود و ارتقای دانش و مهارت	۰/٦٦	۰/۷۳	۰/۷٥	۰/۷۷
	فن آوری های تولید منعطف	۰/٦٤	۰/۷٦	۰/۷۳	۰/۷٦
کیفیت	کیفیت در زندگی محصول	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۸۳	۰/۸٥
	محصولات با ارزش افزوده اساسی	۰/۸۸	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۹
	طراحی درست برای بار اول	۰/۹۲	۰٤/۸٤	۰/۸٥	۰/۸٦
	زمان های کوتاه سیکل توسعه محصول	۰/۹۰	۰/۸٥	۰/۸۳	۰/۹۰
تغییر	فرهنگ تغییر	۰/۸٤	۰/٥۲	۰/۸٥	۰/٦۹
	بهبود مستمر	۰/۸۰	۰/٥٤	۰/۸۸	۰/٦۷
مشارکت	رابطه مبتنی بر اعتماد با مشتریان و تامین کنندگان	۰/٦۳	۰/٥۰	۰/٥٥	۰/۷۲
	شکل دادن سریع مشارکت ها	۰/٦٤	۰/٥۳	۰/٥۳	۰/۷٤
	رابطه استراتژیک با مشتریان	۰/٦۰	۰/۰٥۲	۰/٥٤	۰/۰۷۰
	رابطه نزدیک با تامین کنندگان	۰/٥۸	۰/٥٥	۰/٥۲	۰/۷۳
بازار	واکنش به نیاز مندی های در حال تغییربازار	۰/۷۸	۰/٥۰	۰/٦٦	۰/٥۰
	معرفی محصولات جدید	۰/۷٦	۰/٤۷	۰/٦۷	۰/۰٥٥
	نوآوری‌ها به تحریک مشتری	۰/۷٤	۰/٤۸	۰/۰٦٥	۰/٥٤
	رضایت مشتری	۰/۷٥	۰/۰٤۷	۰/۷۲	۰/٥۳
آموزش و پرورش	آموزش و توسعه مستمر	۰/۷۲	۰/٥۹	۰/٦٤	۰/۸٤
	سازمان یادگیرنده	۰/۰۷٤	۰/٥٥	۰/٦٥	۰/۸٥
	افراد منعطف و چند مهارته	۰/۷۰	۰/٥۷	۰/٦۳	۰/۸٤
	ارتقای مهارت نیروی کار	۰/٦۸	۰/٦۱	۰/٦۲	۰/۸۱
رفاه و سعادت	رضایت کارکنان	۰/٤٥	۰/۳٥	۰/٤٥	۰/٤۰

جدول۹. امتیاز و رتبه قابلیت‌های چابکی تولید در شرکت‌های صنعت فولاد خوزستان

نام شرکت / قابلیت های چابکی		تلفیق و یکپارچگی	شایستگی	تیم سازی	فن آوری	کیفیت	تغییر	مشارکت	بازار	آموزش و پرورش	رفاه و سعادت
فولاد خوزستان	امتیاز	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۸۷	۰/٦۷	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/٦۱	۰/۷٦	۰/۷۱	۰/٤٥
	رتبه	۹	۸	۲	٦	۱	۳	۷	٤	٥	۱۰
شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران	امتیاز	۰/۹۰	۰/٦۹	۰/٦۷	۰/۷٤	۰/۸۲	۰/٥۳	۰/٥۳	۰/٤۸	۰/٥۸	۰/۳٥
	رتبه	۱	٤	٥	۳	۲	۷	۷	۸	٦	۹
شرکت لوله سازی اهواز	امتیاز	۰/۹۲	۰/٤٥	۰/۷۸	۰/۷۳	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/٥۳	۰/٦۷	۰/٦۳	۰/٤٥
	رتبه	۱	۹	٤	٥	۳	۲	۸	٦	۷	۹
شرکت فولاد کاویان	امتیاز	۰/۹٤	۰/٥۸	۰/٦۳	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/٦۸	۰/۷۲	۰/٥۳	۰/۸٤	۰/٤۰
	رتبه	۱	۸	۷	٤	۲	٦	٥	۹	۳	۱۰

جدول۱۰. اوزان قطعی تواناسازهای چابکی شرکت های صنعت فولاد خوزستان (دومین خانه کیفیت)

تواناسازهای چابکی	شاخص های فرعی	شرکت فولاد خوزستان	شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران	شرکت لوله سازی اهواز	شرکت فولاد کاویان
		اوزان	اوزان	اوزان	اوزان
تلفیق زنجیره ارزش	همکاری با مشتریان	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸٦
	همکاری با تامین کنندگان	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۸٤	۰/۸۸
	همکاری بین دپارتمانی	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۹۰
مدیریت دانش	پایگاه داده در دسترس	۰/۸٤	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۷۸
	تیم های کاری که به دانش دسترسی دارند، دانش را به کار می برند، ودانش را نو می کنند	۰/۸۵	۰/۸٦	۰/۹۱	۰/۷۵
	هنجارهای سازمانی حامی تجربه و آزمایش	۰/۸۲	۰/۸٤	۰/۹۲	۰/۷٦
	ساز و کار رسمی برای نشر بهترین اقدام‌ها و اعمال	۰/۸۰	۰/۸۲	۰/۹۰	۰/۷۷
منابع انسانی چابک	آموزش و تعلیم منابع انسانی	۰/۹۵	۰/۸۸	۰/۸٤	۰/۹۲
	کار تیمی	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۹۳
	انگیزش	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۹۱
	سیستم های پاداش ارگانیک	۰/۹٦	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۹۲
مهندسی هم زمان	توسعه هم زمان محصول و فرآیند	۰/۸۰	۰/٦۹	۰/۷۷	۰/۷۰
	تیم های چند وظیفه ای	۰/۷۸	۰/٦۷	۰/۷۹	۰/۷۲
	درگیری نخستین	۰/۷٦	۰/۷۰	۰/۷۵	۰/۷٤
	همکاری نزدیک در سراسر فرآیند	۰/۷۵	۰/٦۸	۰/۷٦	۰/۷۳
فن آوری های پیشرفته/ فن آوری های چابک	فن آوری های پیشرفته طراحی	۰/۸٦	۰/۹۳	۰/۸۵	۰/۸۰
	فن آوری های پیشرفته تولید	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۸۲
	سیستم های اطلاعاتی یکپارچه شده با مشتریان و تامین کنندگان	۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۸٤
	سیستم های اطلاعاتی یکپارچه شده در تولید	۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۸٦	۰/۸۳
	سیستم های برنامه ریزی	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۵

جدول۱۱. امتیاز و رتبه تواناسازهای چابکی سازمان در شرکت های صنعت فولاد خوزستان

نام شرکت / تواناسازهای چابکی		تلفیق زنجیره ارزش	مدیریت دانش	منابع انسانی چابک	مهندسی همزمان	فنآوری های پیشرفته تولید
فولاد خوزستان	امتیاز	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۸۷
	رتبه	۲	٤	۱	٥	۳
شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران	امتیاز	۰/۹۰	۰/۸٥	۰/۹۰	۰/٦۹	۰/۹۲
	رتبه	۲	۳	۲	٤	۱
شرکت لوله سازی اهواز	امتیاز	۰/۸٤	۰/۹۱	۰/۸٤	۰/۷۷	۰/۸۸
	رتبه	۳	۱	۳	٤	۲
شرکت فولاد کاویان	امتیاز	۰/۸۸	۰/۷۷	۰/۹۲	۰/۷۲	۰/۸۳
	رتبه	۲	٤	۱	٥	۳

بحث و نتیجه گیری

در محیط‌های کسب و کار جدید، از چابکی به عنوان یک مشخصه اساسی برای رقابت جویی نام برده شده است. چابکی در سازمانی به یک ساختار مدیریت نوآورانه و ابتکاری و افراد توانمند، مشتاق، راغب، ماهر و کاردان منجر می‌گردد و به صورت یک گروه با استفاده از فن آوری و سیستم های منعطف و چابک برای مدیریت مناسب دانش و یادگیری کار می کند و می تواند به سرعت به تغییرات در محیط کسب و کار واکنش نشان دهد، و محصولاتی با کیفیت بالا، با هزینه پایین، با خدمات و شرایط بهتر عرضه نماید، و در نتیجه موفقیت شرکت را در کسب سود، سهم بازار، و جذب مشتریان دربازارهای رقابتی به همراه داشته باشد. در این مقاله، یک مدل مفهومی وکمی فازی برای چابک سازی تولید توسعه داده شده است. نتایج اجرای آن در صنعت فولاد خوزستان نشان داد که هر شرکتی دارای آرایه ای از اولویت های رقابتی متفاوت و منحصربه فرد خود است درحالی که هر چهار شرکت بر روی چهار عامل کیفیت، نوآوری، سودآوری و خدمات مشتری به عنوان مبانی رقابتی چابکی با بیشترین اولویت تاکید داشتند. بر طبق متون تحقیق، چابکی مبین توانایی سازمان برای واکنش به تغییرات ناگهانی و تامین نیازمندی های متنوع و متغیر مشتری به طور گسترده بر حسب قیمت، مشخصات، کیفیت و کمیت و تحویل

است. بقا، سودآوری و در نتیجه حفظ قدرت رقابت جویی هر نوع کسب و کار و هر سازمان تولیدی در اقتصاد دانش محور و خدماتی به تامین رضایت خاطر و غنای مشتریانی بستگی دارد که بیش از هر زمان دیگر به دلیل وجود و بهره برداری ازفنآوری های ارتباطات و اطلاعاتی از قدرت چانه زنی فزآینده تری برخوردارند و می توانند با تاکتیک‌های مختلفی مانند تبلیغات مثبت یا منفی؛ منافع یا هزینه های فراوانی برای سازمان‌های تولیدی/ خدماتی فراهم کنند. همچنین یافته‌های تحقیق نشان داد هر شرکتی باید برای متعالی شدن در اولویت های رقابتی خویش دارای قابلیت‌های چابکی خاص خود باشد. بر طبق متون تحقیق، قابلیت های چابکی متفاوت به سطوح متفاوت اولویت‌های رقابتی منجر خواهد شد. بنابراین شرکت های صنعت فولاد خوزستان برای تعالی یافتن در اولویت های رقابتی چابکی خود باید بر روی آرایه ای از مهمترین قابلیت های چابکی خود تمرکز کنند و ابزارهای عملی را برای بهبود آنها انتخاب نمایند. برای مثال، شرکت فولاد خوزستان برای متعالی شدن در مبانی رقابتی اولویت دار خود یعنی کیفیت، سودآوری، نوآوری، خدمات مشتری باید روی بهبود و ارتقای قابلیت های چابکی کیفیت، تیم سازی، تغییر، بازار و آموزش و پرورش به عنوان پنج قابلیت چابکی مهم خود تمرکز نماید.

همچنین نتایج تحقیق نشان داد که هر سازمان تولیدی برای چابک شدن و در نتیجه متعالی شدن دراولویت های رقابتی خود باید از تواناسازهای چابکی مناسب برخوردار باشد. برای مثال شرکت فولاد خوزستان و شرکت فولاد کاویان برای دستیابی به چابکی تولید بایستی ابتدا بر روی منابع انسانی چابک و سپس سایر تواناسازهای چابکی سازمان سرمایه گذاری نمایند. منابع انسانی چابک در چابک سازی یک سازمان تاثیر مهمی دارند. بر طبق متون تحقیق، تولید چابک در مقایسه با سیستم های سنتی، نیازمندی های متفاوت از لحاظ نیروی کار دارد. این نیازمندی‌ها تا حدودی ویژگی‌ها و مشخصات نیروی کار چابک و آموزش و تحصیلات مورد نیاز آنها را تعریف می کنند، که برخی از آنها عبارتند از: کارکنان ماهر در فن آوری اطلاعات، دانش و شناخت در کار تیمی و مذاکره و فن آوری‌ها و استراتژی‌های تولید پیشرفته، کارکنان توانمند، نیروی کارچند وظیفه ای، نیروی

کارچند زبانه و تیم های خود هدایتی. برطبق یافته‌های تحقیق، شرکت گروه ملی صنعتی فولاد خوزستان بایستی ابتدا بر روی کاربرد فن آوری های پیشرفته تولید/ فن آوری های چابک، وسپس سایر تواناسازهای چابکی سازمان به منظور دستیابی به چابکی و چابک سازی سازمان تمرکز کند. متون تحقیق نشان داده اند تحقق موفقیت آمیزتولید چابک نیازمند فن‌آوری های متعدد تواناساز است. فن آوری پیشرفته تولید، منبعی است که یک شرکت را به تولید کارای محصولات متعدد، و دستیابی به صرفه جویی های حوزه ای توانا می سازد. سرمایه گذاری در فن آوری پیشرفته تولید منابعی را فراهم می کند که یک شرکت را به واکنش به تغییرات سریع بازار و انطباق با دوره‌های کوتاه‌تر زندگی محصول بوسیله طراحی و تولید محصولات با کیفیت بالا و طراحی شده بر اساس سفارش توانا و قادر می سازد. بالاخره نتیجه تحقیق نشان دادکه شرکت لوله سازی اهواز برای دستیابی به چابکی تولید بایستی ابتدا بر روی مدیریت دانش و اجرای فعالیت های آن، و سپس سایر تواناسازهای چابکی سازمان تمرکز نماید. از طریق مدیریت دانش، یک سازمان می‌تواند یک بنیان و اساس بهتری برای اتخاذ تصمیمات درباره انتخاب گزینه‌های استراتژیک و وسائل اجرای گزینه‌های انتخاب شده فراهم کند، پاسخ گویی به ارباب رجوع یا مشتریان و سایر ذینفعان، کارایی افراد، عملیات، و برنامه‌ها را افزایش دهد، سرعت و اثربخشی نوآوری، کیفیت محصولات و خدمات، موضع رقابتی به وسیله عمل کردن به گونه هوشمندانه، و در نتیجه کارکرد مالی سازمان را افزایش دهد. همچنین مدیریت دانش می‌تواند تعامل بین همه واحدها و شعبات سازمان را بهینه سازد، شایستگی های جمعی و فردی را بهبود بخشد، یادگیری حرفه‌ای را اثربخش‌تر و کاراتر سازد، ارتباطات و هم افزایی بین همه کارگران دانشی را بهبود بخشد. در مجموع مدیریت دانش می تواند توجه شرکت را بر روی کسب و کارهای بنیادین و مهم، و بر روی استفاده اهرمی از دارایی‌های دانشی مهم متمرکز سازد.

منابع

1. Akao,Y..**Quality function deployment integrating customer requirement into product design**, Cambridge,MA:Productivity Press. (1990)
2. Bayus, B.L.. **Are product life cycles really getting Shorter?** Journal of Product Innovation Management,11,300-308. (1994)
3. Bottani,E. **A Fuzzy QFD Approach to Achieve Agility**. International Journal of Production Economics, .(2009)
4. Buhl.H.U.,& Will, A.**Economic aspects of electronic commerce in financial services and advantages steps to extended offers in internet banking**.In R.W. Blanning, & D.R. King (Eds.), Proceedings of 31 st annual Hawaii international conference on system science. Hawaii, USA: Internet and Digital Economy Track, IEEE Computer society. .(1998)
5. Bunce,P., Gould,P.**From Lean to Agile Manufacturing**. IEE Colloquium (Digest),278, 3/1-3/5.(1996)
6. Chen,S.J., Hwang,C-L.**Fuzzy multiple attribute decision making methods and Applications**.Springer-Verlag. (1992)
7. Chen,L-H.,Weng,M-C.**An evaluation approach to engineering design in QFD processes using fuzzy goal programming models**, European Journal of Operational Research, 172, 230-248 .(2006)
8. Chen,L.H.,Weng,M.C.**A Fuzzy model for exploiting quality function deployment**. Mathematical and Computer Modelling.38,559-570.(2003)
9. Cheng,Y.,Fung,R.Y.K., Tang,J. **Rating technical attributes in fuzzy QFD by integrating fuzzy weighted average method and fuzzy expected value operator**. European Journal of Operational Research,174,1553-1566 .(2006)
10. Christopher,M.,Towill,D. **An integrated model for the design of agile supply chains**, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 31(4),234-246 .(2001)
11. Csutora,R., & Buckley,J.L). **Fuzzy hierarchical analysis: the Lambda - Max method**. Fuzzy sets and systems.120, 181-195
12. Dove, R.K. (1996). **Tools for analysing and constructing agile capabilities**,(US Agility Forum, Bethlehem, PA) .(2001
13. Fung,R.Y.K., Popplewell,K., Xie,J.(1998). **An intelligence hybrid system for customer requirements analysis and product attribute targets determination**. International Journal of Production Research, 36, 13-34. (1998)
14. Goldman,S.L., Nagel,R.N, **Management, technology and agility: the emergence of a new era in manufacturing**. International Journal of Technology management, (1/2),18-38. (1993)

15. Goldman, S. L ,Negel,R.N., Preiss,K.(1995).**Agile Competitors and Virtual organization.Strategy for Enriching the custome**r. Van Nostrand, Reinhold.USA
16. Gunasekaran,A.(1998). **Agile manufacturing: enablers and an implementation framework**,International Journal of Production Research,36(5),1223-1247.
17. Gunasekaran,A.(1999). **Agile manufacturing: a framework for research and Development.** International Journal of Production Economics,62(1/2),87-106.
18. Gunasekaran.A. & Yusuf,Y.Y.**Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and technological imperatives**. International Journal of Production research.40 (6). 1357-1385.(2002)
19. Hayes,R.H.,Wheelwright,S.C., Clark,K.B. **Dynamic Manufacturing**. The Free Pree,New York .(1988)
20. Hauser, J. R., Clausing, D. **The house of quality.** Harvard Business Review, 63-73.
21. Iacocca Institute(1991). **21st Century Manufacturing Enterprise Strategy- an Industry -**Led View (Iacocca Institute, Bethlehem, PA) . (1998)
22. Kidd,P.T.**Agile Manufacturing:Forging New Frontiers**.Addison-Wesley, Reading M.A .(1994)
23. Lee,A.H.I., Chen,W-C., Chang,C-J. **A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan.** Expert systems with applications.34. 96-107 .(2008)
24. McCullen,P.,Towill,D.**Achieving Lean supply through agile manufacturing,** Integrated Manufacturing Systems.12, 524 -533. . (2001)
25. Prince,J., Kay,J.M**.Combining lean and agile characteristics: creation of virtual groups by enhanced production flow analysis**. International Journal of Production Economics ,85, 305-318 .(2003)
26. Ren,J.,Yusuf,Y.Y.,Burns,D.**The effects of agile attributes on competitive priorities: a neural network approach**, Integrated Manufacturing Systems.14(6),489- 497.(2003)
27. Saaty,T.L. **The analytic hierarchy process: planning,priority setting, resource allocation,** New York:Mc Graw-Hill. (1980)
28. Saaty,T.L.(1994). **How to make a decision: the analytic hierarchy process.**Interfaces**,** 24(6).19-43.
29. Sharifi, H., Zhang, Z.**Agile manufacturing in practice-Application of the methodology**.International Journal of Operations and Production Management 21 (5/6).772–794.(2001)

30. Sharifi,H., Colquhoum,G., Barclay, I., Dann,Z, **Agile manufacturing: a management and operational framework.** Proceedings of the Institution of Mechanical Engineering - Part B - Engineering Manufacturing, 215 (6), 857-869. (2001).
31. Tan, K.C., Xie,M., chia,E. **Quality function deployment and its use designing information technology systems**. International Journal of Quality and Reliability Management, 15 (6). (1998).
32. Vazquez-Bustelo, D., Avella, L., Fernandez,E. **Agility drivers, enablers and Outcomes.**International Journal of Operations & Production, 27(12), 1303-1332. (2007)
33. Vernadat,F.B., **Research agenda for agile manufacturing.** International Journal of Agile Management Systems,1(1), 37 - 40. (1999).
34. Wasserman, G. S. **On how to prioritize design requirements during the QFD planning process**. IEE Transactions,25(3),59-65. (1993).
35. Yusuf,Y., Sarhadi,M., Gunasekaran,A. **Agile manufacturing: the drivers, concepts and Attributes.**International Journal of Production Economics.62.33-43. (1999).
36. Zadeh,L.A. **Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility.** Fuzzy Sets and Systems,1,3-28 .(1978)
37. Zhang,Z., Sharifi,H. **A methodology for achieving agility in manufacturing Organizations**. International Journal of Operations& Production Management, 20 (4) , 496-512. (2000)