

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 چالش‌های متعددی از جمله مشتریان متوقع و خواهان محصولات کم هزینه و باکیفیت بالاتر، پاسخ‌گویی به نیازهای خاص و به سرعت در حال تغییر مواجه هستند، که برای تفوق بر آنها، مدل‌ها و سیستم‌های 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 می‌کند: الف - از اولویت‌های رقابتی سازمان خود آگاه شوند. ب - قابلیت‌های چابکی تولید خود را بشناسند. ج - مهمترین تواناسازهای چابکی تولید سازمان خود را بشناسند. د- برای تحقق اولویت‌های رقابتی خود، از طریق سرمایه‌گذاری بر روی مهمترین تواناسازهای چابکی تولید،

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 آوری‌های 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، پاسخ‌گویی به نیازهای خاص و در حال تغییر بستگی دارد [۵، ۱۹]. ازاین رو سازمان‌های 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 شده‌اند.

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 - 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.

پیشینه 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 می کنند. کریستوفر و توویل [۱۰] بیان می کنند چابکی یک قابلیت گسترده شرکت است که ساختارهای سازمانی، سیستم های اطلاعاتی، فرآیندهای لجستیک، و طرز تفکرها را پوشش می دهد. قاناسکاران و یوسف [۱۸]، چابکی تولید را قابلیت و توانایی یک سازمان برای تامین نیازمندی های در حال تغییر بازار، حداکثر کردن سطح خدمات مشتری و حداقل کردن هزینه کالاها با هدف رقابتی ماندن در یک بازار جهانی و افزایش شانس بقا و توانش سود بلند مدت تعریف می کنند. از این تعاریف استنباط می گردد که چابکی سبب می شود 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 [۱۲] است.

مدلها و روش های چابک سازی

دستیابی به چابکی و چابک سازی تولید، یکی از چالش های پیش روی

سازمان‌های تولیدی در عصر ارتباطات و اطلاعات است. از این رو، برخی محققان به توسعه مدل‌ها و چارچوب‌های مفهومی برای توسعه چابکی و ایجاد یک سازمان چابک کوشش نموده‌اند. 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 - 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 محرک‌های چابکی، توانایی‌ها و قابلیت‌های استراتژیک، فراهم‌کنندگان چابکی و قابلیت‌های چابکی شناسایی نمودند. وازکویز - 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 - یعنی منابع انسانی چابک، تلفیق و یکپارچگی زنجیره ارزش، مهندسی همزمان، فنآوری‌های چابک، و مدیریت دانش - بر روی قوت و استحکام تولید ارائه دادند. قاناسکاران [۱۷] یک مدل مفهومی برای توسعه یک سیستم تولید چابک، مشتمل بر چهار مولفه سیستم‌ها، استراتژی‌ها، فنآوری‌ها و افراد توسعه داده است. همچنین وی، یک چارچوب تلفیقی اولیه برای دستیابی به چابکی طرح نموده است. این چارچوب تشریح می‌کند چگونه قابلیت‌های اصلی تولید چابک مانند همکاری و تشریک مساعی، استراتژی‌های قیمت‌گذاری مبتنی بر ارزش، سرمایه‌گذاری 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 مرحله‌ای برای اجرای چابکی در سازمان‌های تولیدی توسعه دادند. در این مدل، روابط بین محرک‌ها - قابلیت‌ها، و قابلیت‌ها - تواناسازها تبیین شده است و یک مدل شبکه‌ای مناسب برای کمی‌سازی 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 تصمیم‌گیری چندشاخصه از شهرت بسیاری برخوردار است. یک تحلیل سلسله مراتبی سنتی به ساختن ماتریس‌های مقایسه‌ای نیاز دارد، که اهمیت نسبی عناصر به وسیله اعداد دقیق مبتنی بر یک مقیاس استاندارد (۹-۱) مشخص می‌شود و تصمیم‌گیرندگان، ارجحیت‌های خود را درباره موضوعات تصمیم با کاربرد اعداد قطعی بیان می‌کنند. اما در دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان 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 پاسخ‌های نادقیق به جای قضاوت‌های دقیق فراهم می‌کنند، که در این صورت، تبدیل ارجحیت‌های کیفی به برآوردهای نقطه‌ای معقول نمی‌باشد. یک رویکرد بسیار مفید و کارا در برخورد با نادقیقی یا عدم قطعیت نهفته در اطلاعات تصمیم‌گیرندگان، رویکرد فازی می‌باشد. روش‌های 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 باکلی [۱۱]، اوزان فازی معیارهای تصمیم به شرح ذیل محاسبه می‌گردد:

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

$$W_b^g = (w_i)_b^g, \quad W_a^g = (w_i)_a^g, \quad W_c^g = (w_i)_c^g; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

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

$$M_a^g = \min \left\{ \frac{w_{ib}^g}{w_{ia}^g} \mid 1 \leq i \leq n \right\} \quad (2)$$

$$M_c^g = \min \left\{ \frac{w_{ib}^g}{w_{ic}^g} \mid 1 \leq i \leq n \right\} \quad (3)$$

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

$$w_{ia}^{*g} = M_a^g w_{ia}^g \quad (4)$$

$$w_{ic}^{*g} = M_c^g w_{ic}^g \quad (5)$$

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

$$W_a^{*g} = (w_i)_a^{*g}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$W_c^{*g} = (w_i)_c^{*g}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

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:

$$\tilde{W}_i^g = (w_{ia}^g, w_{ib}^g, w_{ic}^g), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

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 روش های رتبه بندی 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 $M = (M, \alpha, \beta)$ ابتدا یک مجموعه حداکثر و یک مجموعه حداقل به شرح معادلات (۹) و (۱۰) محاسبه می گردد:

$$\mu_{\max}(x) = \begin{cases} x & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{\min}(x) = \begin{cases} 1-x & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

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

$$\mu_R(M) = \sup_x [\mu_M(x) \wedge \mu_{\max}(x)] \quad \text{or} \quad \mu_R(M) = 1 - ((1/\alpha)(1-M)) \quad (11)$$

$$\mu_L(M) = \sup_x [\mu_M(x) \wedge \mu_{\min}(x)] \quad \text{or} \quad \mu_L(M) = 1 - ((1/\beta)(M)) \quad (12)$$

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

$$\mu_T(M) = [\mu_R(M) + 1 - \mu_L(M)] / 2 \quad (13)$$

گسترش عملکرد کیفیت فازی

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

تعیین اوزان صحیح اهمیت برای نیازمندی های مشتری و ویژگی های تکنیکی طراحی به علت تاثیرگذاری بر روی یک مجموعه مقادیر هدف برای ویژگی های فنی ضروری است. یک روش برای اولویت بندی نیازمندی ها از یک مقیاس امتیازدهی نقطه ای مانند ۱ تا ۵ یا ۱ تا ۱۰ استفاده می کند. اما ارزیابی های قضاوت

مدارانه انسان درباره میزان اهمیت نیازمندی های مشتری، نیازمندی های طراحی و یا قوت های رابطه ای معمولاً 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 چگونگی ها، تنظیم و تدوین مسئله و بهینه سازی بهبودها در نیازمندی های فنی از نظریه مجموعه فازی استفاده نموده اند و روش ها و مدل های 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 چگونگی ها استفاده می شود، که در ادامه الگوریتم آن تشریح می گردد:

الف- نرمال سازی روابط در درون ماتریس های 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 چگونگی ها (معادله ۱۴) استفاده کرده اند.

$$R'_{ij} = \sum_{k=1}^n R_{ik} r_{kj} / \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n R_{ik} r_{kj} \quad (14)$$

که R'_{ij} : رابطه نرمال سازی بین i امین چه چیزها و j امین چگونگی ها

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

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

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

r_{kj} : رابطه کمی شده بین چگونگی ها k و j $k, j = 1, 2, \dots, n$

اعداد فازی مثلثی با \tilde{R}_{ij} ، \tilde{R}_{ik} ، و \tilde{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:

$$\tilde{R}'_{ij} = \sum_{k=1}^n \tilde{R}_{ik} \tilde{r}_{kj} / \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \tilde{R}_{ik} \tilde{r}_{kj} \quad (15)$$

$$\tilde{r}_{kj} = \left\{ (r_{kj}, \mu_{\tilde{r}_{kj}}(r_{kj})) \mid r_{kj} \in \tilde{r}_{kj} \right\} \forall_{k,j} \quad (16)$$

$$\tilde{R}_{ik} = \left\{ (R_{ik}, \mu_{\tilde{R}_{ik}}(R_{ik})) \mid R_{ik} \in \tilde{R}_{ik} \right\} \forall_{i,k}$$

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

علت داشتن ضرب و جمع دو عدد فازی در مخرج و صورت کسر به سهولت حل نمی‌گردد. از این رو برای حل آن، چن و ونگ [۷] از رویکرد α برش برای نشان دادن \tilde{R}_{ik} و \tilde{R}_{kj} به صورت چندین مقدار فاصله ای کریسپ در سطوح مختلف α استفاده نمودند، که در معادله (۱۷) نشان داده شده است:

$$(\tilde{R}_{ik})_{\alpha} = \left[\min_{R_{ik}} \{R_{ik} \in \mathfrak{R}_{ik} \mid \mu_{\tilde{R}_{ik}}(R_{ik}) \geq \alpha\}, \max_{R_{ik}} \{R_{ik} \in \mathfrak{R}_{ik} \mid \mu_{\tilde{R}_{ik}}(R_{ik}) \geq \alpha\} \right] = [(\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^L, (\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^U]$$

$$(\tilde{R}_{kj})_{\alpha} = \left[\min_{r_{kj}} \{r_{kj} \in \gamma_{kj} \mid \mu_{\tilde{R}_{kj}}(r_{kj}) \geq \alpha\}, \max_{r_{kj}} \{r_{kj} \in \gamma_{kj} \mid \mu_{\tilde{R}_{kj}}(r_{kj}) \geq \alpha\} \right] = [(\gamma_{kj})_{\alpha}^L, (\gamma_{kj})_{\alpha}^U]$$

مقادیر فاصله ای قطعی $(\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^L, (\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^U$ و $(\gamma_{kj})_{\alpha}^L, (\gamma_{kj})_{\alpha}^U$ می‌توانند به صورت درجات متناظر \mathfrak{R}_{ik} و γ_{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 می‌گردد.

$$\mu_{\tilde{R}_{ij}}(R'_{ij}) = \sup_{R, r} \min \left\{ \mu_{\tilde{R}_{ik}}(R_{ik}), \mu_{\tilde{R}_{kj}}(r_{kj}), \forall k, j \mid R'_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n R_{ik} r_{kj}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n R_{ik} r_{kj}} \right\}$$

برای یافتن تابع عضویت $\mu_{\tilde{R}'_{ij}}$ بایستی کران‌های بالا و پایین α برش‌های \tilde{R}'_{ij} محاسبه شوند، که از طریق معادله‌های (۱۹) و (۲۰) حل می‌شوند:

$$(\mathfrak{R}'_{ij})_{\alpha}^j = \min R'_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n R_{ik} r_{kj}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n R_{ik} r_{kj}} \quad (19)$$

$$s.t. \quad (\mathfrak{R})_{\alpha}^L \leq R_{ik} \leq (\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^U \quad \forall k,$$

$$(\gamma_{kj})_{\alpha}^L \leq r_{kj} \leq (\gamma_{kj})_{\alpha}^U \quad \forall k, j,$$

$$(\mathfrak{R}'_{ij})_{\alpha}^j = \max nR'_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n R_{ik} r_{kj}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n R_{ik} r_{kj}} \quad (20)$$

$$s.t. \quad (\mathfrak{R})_{\alpha}^L \leq R_{ik} \leq (\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^U \quad \forall k,$$

$$(\gamma_{kj})_{\alpha}^L \leq r_{kj} \leq (\gamma_{kj})_{\alpha}^U \quad \forall k, j,$$

به زبان ریاضی، کران‌های بالا و پایین α برش‌های \tilde{R}'_{ij} ، $(\tilde{R}'_{ij})_{\alpha}^L$ و $(\tilde{R}'_{ij})_{\alpha}^U$ با استفاده از معادله‌های (۲۱) و (۲۲) فرموله می‌گردد.

$$(\tilde{R}'_{ij})_{\alpha}^L = \frac{\sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^L (\gamma_{kj})_{\alpha}^L}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^U (\gamma_{kj})_{\alpha}^U} \quad (21)$$

$$(\tilde{R}'_{ij})_{\alpha}^U = \frac{\sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^U (\gamma_{kj})_{\alpha}^U}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_{\alpha}^L (\gamma_{kj})_{\alpha}^L} \quad (22)$$

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

$$\tilde{M}_\alpha = [m_\alpha^L, m_\alpha^U] = [(m_2 - m_1)\alpha + m_1, (m_3 - (m_3 - m_2)\alpha), \quad \forall \alpha \in [0,1]] \quad (23)$$

حل معادله فوق، یک مجموعه راه حل ها با کران های 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، $m(\mathfrak{R}'_{ij})_\alpha^L$ و $m(\mathfrak{R}'_{ij})_\alpha^U$ طرح نمودند که به صورت معادله (۲۴) فرموله می شوند:

$$m(\mathfrak{R}'_{ij})_\alpha^L = \frac{\sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_\alpha^L (\gamma_{kj})_\alpha^L}{\sum_{j=1, j \neq k}^n \sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_\alpha^U (\gamma_{kj})_\alpha^U + \sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_\alpha^L (\gamma_{kj})_\alpha^L} \quad (24)$$

$$m(\mathfrak{R}'_{ij})_\alpha^U = \frac{\sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_\alpha^U (\gamma_{kj})_\alpha^U}{\sum_{j=1, j \neq k}^n \sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_\alpha^L (\gamma_{kj})_\alpha^L + \sum_{k=1}^n (\mathfrak{R}_{ik})_\alpha^U (\gamma_{kj})_\alpha^U}$$

تکنیک متوسط موزون فازی

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

$$\tilde{W}_j = \frac{\sum_{i=1}^m m(\mathfrak{R}'_{ij}) \otimes \tilde{K}_i}{\sum_{i=1}^m \tilde{K}_i} \quad (25)$$

که \tilde{K}_i ، $i = 1, \dots, m$ وزن فازی نیازمندی های مشتری (چه چیزها) در ماتریس خانه کیفیت است که از طریق تحلیل سلسله مراتبی فازی تشریح شده در بخش ۳.۲ محاسبه می شود. \tilde{W}_j ، $j = 1, \dots, m$ وزن فازی نیازمندی های طراحی محصول (چگونه ها) در ماتریس خانه کیفیت است. مقدار \tilde{W}_j برای سنجش تاثیر کلی z 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 z 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 می‌آید:

$$(W_j)_\alpha^L = \min \sum_{i=1}^m m(\mathcal{R}'_{ij})_\alpha^L \cdot k_i / \sum_{i=1}^m k_i \quad (26)$$

$$s.t. \quad (K_i)_\alpha^L \leq k_i \leq (K_i)_\alpha^U, \quad i=1,2,\dots,m$$

$$(W_j)_\alpha^U = \max \sum_{i=1}^m m(\mathcal{R}'_{ij})_\alpha^U \cdot k_i / \sum_{i=1}^m k_i \quad (27)$$

$$s.t. \quad (K_i)_\alpha^L \leq k_i \leq (K_i)_\alpha^U, \quad i=1,2,\dots,m$$

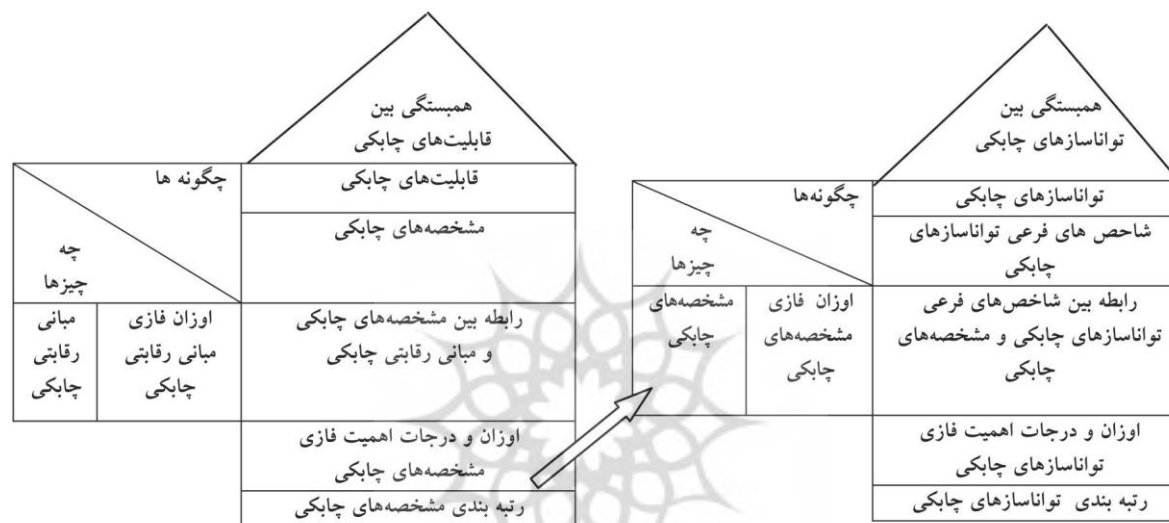
به دلیل آنکه خروجی فرمول‌های (۲۶) و (۲۷) فازی می‌باشند، لازم است که از طریق روش‌های فازی زدایی به مقادیر قطعی تبدیل شوند. در اینجا از اپراتور مقدار مورد انتظار فازی [۹] برای فازی‌زدایی استفاده می‌شود. بر طبق این روش، امتیاز کریسپ نیازمندی‌های طراحی محصول در ماتریس خانه کیفیت از طریق فرمول ذیل محاسبه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

$$E[\tilde{Y}_j] = \frac{1}{2L} \sum_{f=1}^h ((Y_j)_{cf}^U + (Y_j)_{cf}^L), \quad j=1,2,\dots,n \quad (28)$$

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 (شکل ۱) به هم دیگر پیوند می‌خورند. بر طبق چارچوب مفهومی بوت تانی [۳]، در اولین ماتریس خانه کیفیت، تاثیر قابلیت‌های 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 می‌گردد.



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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

الف- تعریف و تبیین مبانی رقابتی. بر طبق ویژگی های حوزه بازار، هر سازمان تولیدی باید مبانی رقابتی خود را به منظور دستیابی 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 و خدمات مشتری به عنوان مبانی رقابتی مورد ملاحظه قرار گرفته است.

ب- قابلیت های چابکی تولید. قابلیت های چابکی تولید، عناصری هستند که ساختار واقعی و زیربنایی یک تولید چابک را شکل می دهند [۲۶]. این قابلیت ها 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 فن آوری های پیشرفته [۲۲]، غنی سازی مشتری، همکاری و تشریک مساعی، سازماندهی برای کنترل تغییر و عدم اطمینان، و افزایش تاثیر افراد و اطلاعات [۱۱]، [۱۵]، نظام ها یا فن آوری های 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 قابلیت های چابکی تولید نام برده اند. در این تحقیق، از چارچوب مفهومی یوسف و همکاران [۳۵] به عنوان قابلیت های چابکی سازمان استفاده می شود، که در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. 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 مشارکت‌ها، 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 فناوری جاری، فناوری های بهبود و ارتقای دانش و مهارت، فناوری 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 فعالیت‌ها، تلفیق و یکپارچگی موسسه، قابل دسترس بودن اطلاعات برای همه کارکنان.

ج- تواناسازهای چابکی: تواناسازهای چابکی در دستیابی به قابلیت‌های چابکی به سازمان کمک می‌کنند. ورنادات و همکاران [۳۳] معتقدند که چنین تواناسازهایی بایستی سبب تلفیق عناصر اساسی شرکت، افراد، تکنولوژی و سازمان شوند. گلدمن و همکارانش [۱۴] بیان می‌کنند که تولید چابک از تلفیق این سه منبع در یک سیستم هماهنگ و به هم وابسته حاصل می‌گردد. در متون چابکی از مشارکت و روابط نزدیک با تامین 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 فن آوری اطلاعاتی [۱۸]، ابزارها / متریک های تشکیل موسسه مجازی، تیم های توزیع شده از لحاظ فیزیکی و تولید، ابزارها / متریک های شکل گیری سریع مشارکت، مهندسی هم زمان، سیستم یکپارچه اطلاعات محصول / تولید / کسب و کار، ابزارهای نمونه سازی سریع، تجارت الکترونیکی [۱۶]، استراتژی ها، سیستم‌ها، فن آوری‌ها و افراد [۱۷]، منابع انسانی چابک، فنآوری‌های

چابک/ فناوری 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 - باستلو و همکاران [۳۲] استفاده شده است، که به تفصیل در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲. تواناسازهای چابکی تولید (اقتباس از وازکویز - 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 می برند، و دانش را نو می کنند، مکانیزم های رسمی برای نشر بهترین اقدام ها و اعمال.
مهندسی هم زمان	توسعه هم زمان محصول و فرایند، تیم های چند وظیفه ای، درگیری نخستین، همکاری نزدیک در سراسر فرایند.
فناوری های پیشرفته تولید/ فناوری های چابک	فن آوری های 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

در این بخش، مدل فازی چابک سازی تولید بر طبق مدل مفهومی تشریح شده در بخش ۱.۴ (شکل ۱) در دو مرحله تشریح می گردد.

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

کسب اطلاعات از خبرگان 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 گزینه ای ساعتی (جدول ۳) در شکل واژه ها و اصطلاحات زبانی اخذ می گردد. 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 ارزیاب ها 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 می شود [۴]:

$$\tilde{R}^k = [\tilde{r}_{ij}^k]^k, \tilde{r}_{ij}^k = 1, \forall i = j, \tilde{r}_{ij}^k = 1/\tilde{r}_{ji}^k, \forall i, j = 1, 2, \dots, n \quad (29)$$

که \tilde{R}^k : یک ماتریس تقابلی مثبت برای تصمیم گیرنده k ، و \tilde{r}_{ij}^k : اهمیت نسبی بین عناصر تصمیم i و j نشان می دهد.

تجمع 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 (فرمول ۳۰) با همدیگر تلفیق و جمع می شود. نتیجه تلفیق و جمع، یک ماتریس قضاوت فازی گروهی است که مبنای محاسبه اوزان فازی و درجات اهمیت فازی در مراحل بعدی خواهد بود.

$$\tilde{R}_{ij}^g = \left(\prod_{k=1}^K \tilde{R}_{ij}^k \right)^{1/K}, \forall k = 1, 2, \dots, K; \forall i, j = 1, 2, \dots, n \quad (30)$$

که \tilde{R}_{ij}^g : قضاوت و ارجحیت فازی گروه تصمیم گیرنده، و K : تعداد تصمیم گیرندگان است.

محاسبه میزان سازگاری و تحلیل سازگاری: موضوع مهم در تحلیل سلسله مراتبی، سازگاری است که از طریق شاخص سازگاری (CI) محاسبه می شود. CI از طریق فرمول (۳۱) برای مقایسات فردی، از طریق فرمول (۳۲) برای مقایسات گروهی محاسبه می گردد:

$$CI = \lambda_{\max} - n/n \quad (31)$$

$$CI = \lambda_{\max} - n/n - 1 \quad (32)$$

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

جدول ۳. مقیاس کیفی و اعداد فازی مثلثی (اقتباس شده از لی و همکارانش [۲۳])

اعداد فازی مثلثی معکوس مثبت	اعداد فازی مثلثی مثبت	متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی معکوس مثبت	اعداد فازی مثلثی مثبت	متغیرهای زبانی
(۱/۵، ۱/۴، ۱/۳)	(۳، ۴، ۵)	نسبتا مهم تا مهم	(۱/۹، ۱/۹، ۱/۹)	(۹، ۹، ۹)	فوق العاده مهم
(۱/۴، ۱/۳، ۱/۲)	(۲، ۳، ۴)	نسبتا مهم	(۱/۹، ۱/۸، ۱/۷)	(۷، ۸، ۹)	بسیار مهم تا فوق العاده مهم
(۱/۳، ۱/۲، ۱)	(۱، ۲، ۳)	اهمیت همسان تا نسبتا مهم	(۱/۸، ۱/۷، ۱/۶)	(۶، ۷، ۸)	بسیار مهم
(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	اهمیت همسان	(۱/۷، ۱/۶، ۱/۵)	(۵، ۶، ۷)	مهم تا بسیار مهم
			(۱/۶، ۱/۵، ۱/۴)	(۴، ۵، ۶)	مهم

جدول ۳. مقیاس کیفی و اعداد فازی مثلثی (اقتباس شده از لی و همکارانش [۲۳])

$$CR = CI / RI \quad (۳۳)$$

RI، شاخص تصادفی، شاخص متوسط سازگاری است که ماتریس مقایسه زوجی با اندازه مشابه به طور تصادفی تولید می کند (جدول ۴). اگر آزمون سازگاری تامین نشود، ارزش های اولیه و نخستین در ماتریس مقایسه زوجی بایستی توسط تصمیم گیرندگان اصلاح شود [۲۸].

جدول ۴. شاخص تصادفی (RI) [۲۷]

n	RI	n	RI	n	RI	n	RI	n	RI
۳	۰/۵۸	۴	۰/۹۰	۵	۱/۱۲	۶	۱/۲۴	۱۵	۱/۵۹
۷	۱/۳۲	۸	۱/۴۱	۹	۱/۴۵	۱۰	۱/۱۹		
۱۱	۱/۵۱	۱۲	۱/۴۸	۱۳	۱/۵۶	۱۴	۱/۵۷		

محاسبه اوزان فازی مبانی رقابتی. در این مرحله، اوزان فازی مبانی رقابتی بر طبق روش لامبدا - ماکس (تشریح شده در بخش ۱.۳) محاسبه می گردد. 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 قابلیت های 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 دو پرسشنامه 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 می‌شود 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 جدول ۵) 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 می‌شود 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 چگونه‌ها، و نیز همبستگی بین چگونه‌ها در هر دو ماتریس خانه کیفیت به صورت واژه‌های کیفی و زبانی بیان شده است، و در برگیرنده مقداری ابهام و نادقیقی است. از این رو برای کمی‌سازی ابهام موجود در روابط از اصول و قواعد مجموعه فازی استفاده می‌شود. بنابراین ابتدا واژه‌های زبانی و کیفی به اعداد فازی تبدیل می‌شوند. در اینجا از اعداد فازی مثلثی (جدول ۵) 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 $\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3)$ و L تعداد تصمیم گیرنده ها $k = 1, 2, \dots, L$ ؛ مقدار فازی تجمیع شده می تواند با استفاده از معادله (۳۴) تعریف و محاسبه گردد.

$$m_3^g = \max_k(m_3^k), \quad m_2^g = 1/L \sum_{k=1}^L m_2^k, \quad m_1^g = \min_k(m_1^k) \quad (34)$$

جدول ۵. مقیاس زبانی برای ارزیابی روابط بین چگونه ها 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)	(-۰/۲, ۰, ۰)
ضعیف	(۰, ۰/۲, ۰/۴)	(-۰/۴, -۰/۲, ۰)
نسبتاً ضعیف	(۰/۲, ۰/۳۵, ۰/۵)	(-۰/۵, -۰/۳۵, -۰/۲)
متوسط	(۰/۳, ۰/۵, ۰/۷)	(-۰/۷, -۰/۵, -۰/۳)
نسبتاً قوی	(۰/۵, ۰/۶۵, ۰/۸)	(-۰/۸, -۰/۶۵, -۰/۵)
قوی	(۰/۶, ۰/۸, ۱)	(-۱, -۰/۸, -۰/۶)
بسیار قوی	(۰/۸, ۱, ۱)	(-۱, -۱, -۰/۸)

محاسبه اوزان و درجات اهمیت فازی قابلیت های چابکی تولید در اولین ماتریس خانه کیفیت. اوزان و درجات اهمیت فازی قابلیت های چابکی تولید در اولین ماتریس خانه کیفیت با ملاحظه همبستگی بین قابلیت های چابکی سازمان از طریق روش نرمال سازی چن و ونگ [۷] و تکنیک متوسط موزون فازی (تشریح شده در بخش ۳.۲ و ۳.۳) محاسبه می شود. اوزان فازی قابلیت های چابکی تولید به عنوان چگونه های 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 توانا سازه های چابکی تولید در دومین

ماتریس خانه کیفیت. اوزان و درجات 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 تصمیم‌گیری 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. در این مقاله، از دو روش طرح شده در متون فازی برحسب تناسب استفاده شده است. این دو روش در بخش‌های ۳.۲ 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 بخش ۴ در چهار شرکت صنعت فولاد خوزستان - 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، ۱.۲، ۱.۳ و ۱.۴ برای کسب دانش و اطلاعات مدیران سطوح مختلف و کارشناسان حوزه‌های عملکردی شرکت‌های مورد مطالعه (در هر شرکت مجموعاً 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 می‌گردد:

الف- محاسبه اوزان فازی و قطعی مبانی رقابتی چابکی. داده‌های 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 بخش ۱.۳ 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 پاسخ‌گویی، سرعت و رفتار فعالانه، قیمت محصولات، مسئولیت پذیری اجتماعی به ترتیب رتبه‌های ۱ تا ۱۰ (جدول ۶)؛ شرکت گروه ملی صنعت فولاد خوزستان در مبانی رقابتی کیفیت، نوآوری، خدمات مشتری، انعطاف‌پذیری، سودآوری، پاسخ‌گویی، قیمت محصولات، رفتار فعالانه، سرعت و مسئولیت‌پذیری اجتماعی به ترتیب رتبه‌های ۱ تا ۱۰ (جدول ۶)؛ شرکت لوله سازی اهواز در مبانی رقابتی کیفیت، نوآوری، سودآوری، خدمات مشتری، انعطاف‌پذیری، پاسخ‌گویی، قیمت محصولات، سرعت، رفتار فعالانه و مسئولیت‌پذیری اجتماعی به ترتیب رتبه‌های ۱ تا ۱۰ (جدول ۷)؛ و شرکت فولاد کاویان در مبانی رقابتی کیفیت، نوآوری، سودآوری و رفتار فعالانه، خدمات مشتری، قیمت محصولات، سرعت، پاسخ‌گویی، انعطاف‌پذیری و مسئولیت‌پذیری اجتماعی به ترتیب رتبه‌های ۱ تا ۱۰ (جدول ۷) را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۶. اوزان فازی و قطعی مبانی رقابتی شرکت های صنعت فولاد خوزستان

شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران		شرکت فولاد خوزستان		مبانی رقابتی چابکی
اوزان قطعی	اوزان فازی	اوزان قطعی	اوزان فازی	
۰/۰۳۵	(۰/۰۲۰، ۰/۰۳۲، ۰/۰۴۹)	۰/۰۸	(۰/۰۴۷، ۰/۰۸۱، ۰/۱۲۴)	سرعت
۰/۱۰	(۰/۰۶۳، ۰/۱۱۱، ۰/۱۷۸)	۰/۰۸۶	(۰/۰۵۲، ۰/۰۸۳، ۰/۱۲۲)	انعطاف پذیری
۰/۱۷	(۰/۱۱۲، ۰/۱۸۲، ۰/۲۶۹)	۰/۲۰	(۰/۱۴۶، ۰/۲۲۶، ۰/۳۲۱)	کیفیت
۰/۰۷۶	(۰/۰۴۵، ۰/۰۷۶، ۰/۱۱۹)	۰/۱۲	(۰/۰۷۴، ۰/۱۲۳، ۰/۱۸۳)	سودآوری
۰/۲۱	(۰/۱۴۹، ۰/۲۴۴، ۰/۳۳۳)	۰/۱۲	(۰/۰۷۴، ۰/۱۲۲، ۰/۱۸۶)	نوآوری
۰/۱۱	(۰/۰۶۸، ۰/۱۱۹، ۰/۱۸۶)	۰/۱۰۰	(۰/۰۶۴، ۰/۰۹۵، ۰/۱۳۰)	خدمات مشتری
۰/۰۶۷	(۰/۰۳۸، ۰/۰۶۹، ۰/۱۱۲)	۰/۰۷۴	(۰/۰۴۴، ۰/۰۷۱، ۰/۱۰۷)	قیمت محصولات
۰/۰۲۹	(۰/۰۱۷، ۰/۰۲۶، ۰/۰۴۱)	۰/۰۳۴	(۰/۰۲۰، ۰/۰۳۱، ۰/۰۴۸)	مسئولیت پذیری اجتماعی
۰/۰۷۴	(۰/۰۴۴، ۰/۰۷۴، ۰/۱۲۰)	۰/۰۹۰	(۰/۰۵۶، ۰/۰۸۶، ۰/۱۲۰)	پاسخگویی
۰/۰۶۴	(۰/۰۳۶، ۰/۰۶۶، ۰/۱۱۵)	۰/۰۸۴	(۰/۰۵۱، ۰/۰۸۲، ۰/۱۲۱)	رفتار فعالانه

ب- محاسبه اوزان فازی و قطعی قابلیت های چابکی تولید و شاخص های 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 بخش های ۲.۳، ۲.۳، ۲.۴)، داده های به دست آمده از خبرگان و تصمیم گیرندگان شرکت های صنعت فولاد خوزستان بر روی روابط بین مبانی رقابتی چابکی و قابلیت های چابکی تولید، و نیز همبستگی بین قابلیت های چابکی تولید از طریق پرسشنامه با ملاحظه یازده - برش مختلف، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰.

نتایج تحلیل در جداول (۸) و (۹) نشان داده شده است. نتایج این مرحله از تحلیل (جدول ۹) نشان می دهد که شرکت فولاد خوزستان در قابلیت های چابکی تولید " کیفیت، تیم سازی، تغییر، بازار، آموزش و پرورش، فن آوری، مشارکت، شایستگی، تلفیق و یکپارچگی، رفاه و سعادت " به ترتیب رتبه های ۱ تا ۱۰؛ گروه ملی صنعتی فولاد خوزستان در قابلیت های چابکی تولید " تلفیق و یکپارچگی، کیفیت، فن آوری، شایستگی، تیم سازی، آموزش و پرورش، مشارکت و تغییر، بازار، رفاه و سعادت " به ترتیب رتبه های ۱ تا ۹؛ شرکت لوله سازی اهواز در قابلیت های 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.

جدول ۷. 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	(۰/۰۲۴، ۰/۰۳۸، ۰/۰۵۷)	۰/۰۴	(۰/۰۳۸، ۰/۰۵۸، ۰/۰۷۹)	۰/۰۶۳
انعطاف پذیری	(۰/۰۵۸، ۰/۰۹۶، ۰/۱۴۸)	۰/۰۹۶	(۰/۰۳۵، ۰/۰۵۴، ۰/۰۷۷)	۰/۰۵۸
کیفیت	(۰/۱۳۲، ۰/۲۱۵، ۰/۳۱۵)	۰/۱۹۳	(۰/۱۹۶، ۰/۲۹۳، ۰/۳۹۶)	۰/۲۶
سودآوری	(۰/۱۰۰، ۰/۱۵۸، ۰/۲۲۷)	۰/۱۵۲	(۰/۰۶۱، ۰/۰۸۷، ۰/۱۴۱)	۰/۰۹۹
نوآوری	(۰/۱۳۱، ۰/۲۰۶، ۰/۲۹۴)	۰/۱۹۰	(۰/۱۲۵، ۰/۱۹۴، ۰/۲۶۹)	۰/۱۸۳
خدمات مشتری	(۰/۰۶۸، ۰/۱۱۲، ۰/۱۶۷)	۰/۱۱	(۰/۰۵۵، ۰/۰۸۱، ۰/۱۱۰)	۰/۰۸۸
قیمت محصولات	(۰/۰۲۹، ۰/۰۵۳، ۰/۰۸۵)	۰/۰۵	(۰/۰۴۰، ۰/۰۵۶، ۰/۰۷۳)	۰/۰۶۴
مسئولیت پذیری اجتماعی	(۰/۰۱۵، ۰/۰۲۴، ۰/۰۳۶)	۰/۰۲۶	(۰/۰۱۴، ۰/۰۱۹، ۰/۰۲۶)	۰/۰۲۳
پاسخگویی	(۰/۰۳۸، ۰/۰۶۲، ۰/۰۹۳)	۰/۰۶۴	(۰/۰۳۶، ۰/۰۵۳، ۰/۰۷۳)	۰/۰۵۹
رفتار فعالانه	(۰/۰۲۲، ۰/۰۳۷، ۰/۰۶۰)	۰/۰۳۹	(۰/۰۶۱، ۰/۰۹۴، ۰/۱۳۷)	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، ۲، ۳، 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 - برش مختلف، ۱، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱، ۰ = تحلیل شدند. - برش‌های مختلف، سطوح تحقق تواناسازهای چابکی تولید را نشان می‌دهد. نتایج تحلیل در جداول (۱۰) و (۱۱) نشان داده شده است. نتایج این مرحله از تحلیل (جدول ۱۱) نشان می‌دهد 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 داده اند.



جدول ۸. اوزان قطعی قابلیت‌های چابکی تولید شرکت های صنعت فولاد خوزستان
(اولین خانه کیفیت)

شرکت فولاد کابون	شرکت لوله سازی اهواز	شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران	شرکت فولاد خوزستان	مشخصه های چابکی	قابلیت‌های چابکی
اوزان	اوزان	اوزان	اوزان		
۰/۹۶	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۴۹	اجرای هم زمان فعالیت ها	تلفیق و یکپارچگی
۰/۰۹۲	۰/۹۲	۰/۰۸۹	۰/۵۴	تلفیق و یکپارچگی موسسه	
۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۵۲	قابل دسترس بودن اطلاعات برای همه کارکنان	شایستگی
۰/۰۵۹	۰/۴۴	۰/۶۹	۰/۵۶	کپی سازی دشوار اقدام‌ها و ساختار کسب و کار	
۰/۵۷	۰/۴۵	۰/۶۹	۰/۵۷	قابلیت های چندکاره	
۰/۶۶	۰/۸۰	۰/۶۶	۰/۸۶	تصمیم گیری غیر متمرکز	تیم سازی
۰/۶۴	۰/۷۸	۰/۶۳	۰/۸۷	افراد توانمند کار کن در تیم ها	
۰/۶۱	۰/۷۷	۰/۶۵	۰/۸۸	تیم های میان وظیفه ای	
۰/۶۲	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۸۵	تیم‌ها در عرض مرزهای شرکت	
۰/۵۳	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۶۷	آگاهی از فناوری	فن آوری
۰/۸۰	۰/۷۰	۰/۷۳	۰/۶۸	رهبری در استفاده از فناوری جاری	
۰/۷۷	۰/۷۵	۰/۷۳	۰/۶۶	فن آوری های بهبود و ارتقای دانش و مهارت	
۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۶۴	فن آوری های تولید منعطف	
۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۸۹	کیفیت در زندگی محصول	کیفیت
۰/۸۹	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۸۸	محصولات با ارزش افزوده اساسی	
۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۴/۸۴	۰/۹۲	طراحی درست برای بار اول	
۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۹۰	زمان های کوتاه سیکل توسعه محصول	تغییر
۰/۶۹	۰/۸۵	۰/۵۲	۰/۸۴	فرهنگ تغییر	
۰/۶۷	۰/۸۸	۰/۵۴	۰/۸۰	بهبود مستمر	
۰/۷۲	۰/۵۵	۰/۵۰	۰/۶۳	رابطه مبتنی بر اعتماد با مشتریان و تامین کنندگان	مشارکت
۰/۷۴	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۶۴	شکل دادن سریع مشارکت ها	
۰/۰۷۰	۰/۵۴	۰/۰۵۲	۰/۶۰	رابطه استراتژیک با مشتریان	
۰/۷۳	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۵۸	رابطه نزدیک با تامین کنندگان	
۰/۵۰	۰/۶۶	۰/۵۰	۰/۷۸	واکنش به نیاز مندی های در حال تغییر بازار	بازار
۰/۰۵۵	۰/۶۷	۰/۴۷	۰/۷۶	معرفی محصولات جدید	
۰/۵۴	۰/۰۶۵	۰/۴۸	۰/۷۴	نوآوری‌ها به تحریک مشتری	
۰/۵۳	۰/۷۲	۰/۰۴۷	۰/۷۵	رضایت مشتری	
۰/۸۴	۰/۶۴	۰/۵۹	۰/۷۲	آموزش و توسعه مستمر	آموزش و پرورش
۰/۸۵	۰/۶۵	۰/۵۵	۰/۰۷۴	سازمان یادگیرنده	
۰/۸۴	۰/۶۳	۰/۵۷	۰/۷۰	افراد منعطف و چند مهارته	
۰/۸۱	۰/۶۲	۰/۶۱	۰/۶۸	ارتقای مهارت نیروی کار	
۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۴۵	رضایت کارکنان	رفاه و سعادت

جدول ۹. امتیاز و رتبه قابلیت‌های چابکی تولید در شرکت‌های صنعت فولاد خوزستان

رفاه و سعادت	آموزش و پرورش	بازار	مشارکت	تغییر	کیفیت	فن آوری	تیم سازی	شایستگی	تلفیق و یکپارچگی	قابلیت‌های چابکی		نام شرکت
										امتیاز	رتبه	
۰/۴۵	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۶۱	۰/۸۲	۰/۹۰	۰/۶۷	۰/۸۷	۰/۵۷	۰/۵۲	امتیاز	رتبه	فولاد خوزستان
۱۰	۵	۴	۷	۳	۱	۶	۲	۸	۹	رتبه		
۰/۳۵	۰/۵۸	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۸۲	۰/۷۴	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۹۰	امتیاز	رتبه	شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران
۹	۶	۸	۷	۷	۲	۳	۵	۴	۱	رتبه		
۰/۴۵	۰/۶۳	۰/۶۷	۰/۵۳	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۴۵	۰/۹۲	امتیاز	رتبه	شرکت لوله سازی اهواز
۹	۷	۶	۸	۲	۳	۵	۴	۹	۱	رتبه		
۰/۴۰	۰/۸۴	۰/۵۳	۰/۷۲	۰/۶۸	۰/۸۸	۰/۷۷	۰/۶۳	۰/۵۸	۰/۹۴	امتیاز	رتبه	شرکت فولاد کاویان
۱۰	۳	۹	۵	۶	۲	۴	۷	۸	۱	رتبه		

جدول ۱۰. اوزان قطعی تواناسازهای چابکی شرکت های صنعت فولاد خوزستان

(دومین خانه کیفیت)

شرکت فولاد کاویان	شرکت لوله سازی اهواز	شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران	شرکت فولاد خوزستان	شاخص های فرعی	تواناسازهای چابکی
اوزان	اوزان	اوزان	اوزان		
۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۲	همکاری با مشتریان	تلفیق زنجیره ارزش
۰/۸۸	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۹۰	همکاری با تامین کنندگان	
۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۹۰	۰/۹۱	همکاری بین دپارتمانی	
۰/۷۸	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۸۴	پایگاه داده در دسترس	مدیریت دانش
۰/۷۵	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۸۵	تیم های کاری که به دانش دسترسی دارند، دانش را به کار می برند، و دانش را نو می کنند	
۰/۷۶	۰/۹۲	۰/۸۴	۰/۸۲	هنجارهای سازمانی حامی تجربه و آزمایش ساز و کار رسمی برای نشر بهترین اقدامها و اعمال	
۰/۷۷	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۸۰	آموزش و تعلیم منابع انسانی	
۰/۹۲	۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۹۵	کار تیمی	منابع انسانی چابک
۰/۹۳	۰/۸۳	۰/۹۱	۰/۹۵	انگیزش	
۰/۹۱	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۲	سیستم های پاداش ارگانیک	مهندسی هم زمان
۰/۹۲	۰/۸۲	۰/۸۹	۰/۹۶	توسعه هم زمان محصول و فرایند	
۰/۷۰	۰/۷۷	۰/۶۹	۰/۸۰	تیم های چند وظیفه ای	
۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۶۷	۰/۷۸	درگیری نخستین	
۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۰	۰/۷۶	همکاری نزدیک در سراسر فرایند	فن آوری های پیشرفته / فن آوری های چابک
۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۶۸	۰/۷۵	فن آوری های پیشرفته طراحی	
۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۹۳	۰/۸۶	فن آوری های پیشرفته تولید	
۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/۸۸	سیستم های اطلاعاتی یکپارچه شده با مشتریان و تامین کنندگان	
۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۸۷	سیستم های اطلاعاتی یکپارچه شده در تولید	
۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۹۲	۰/۸۵	سیستم های برنامه ریزی	
۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۸۹		

جدول ۱۱. 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	فناوری های پیشرفته تولید
فولاد خوزستان	امتیاز ۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۸۷
	رتبه ۲	۴	۱	۵	۳
شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران	امتیاز ۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۶۹	۰/۹۲
	رتبه ۲	۳	۲	۴	۱
شرکت لوله سازی اهواز	امتیاز ۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۸۸
	رتبه ۳	۱	۳	۴	۲
شرکت فولاد کاویان	امتیاز ۰/۸۸	۰/۷۷	۰/۹۲	۰/۷۲	۰/۸۳
	رتبه ۲	۴	۱	۵	۳

بحث و نتیجه گیری

در محیط های 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 می گردد 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 در بازارهای رقابتی به همراه داشته باشد. در این مقاله، یک مدل مفهومی و کمی 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 منحصر به فرد خود است در حالی 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. بقاء، 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 از فناوری های ارتباطات و اطلاعاتی از قدرت چانه زنی فزاینده تری برخوردارند و می توانند با تاکتیک های مختلفی مانند تبلیغات مثبت یا منفی؛ منافع یا هزینه های فراوانی برای سازمان های تولیدی/ خدماتی فراهم کنند. همچنین یافته های تحقیق نشان داد هر شرکتی باید برای متعالی شدن در اولویت های رقابتی خویش دارای قابلیت های چابکی خاص خود باشد. بر طبق متون تحقیق، قابلیت های چابکی متفاوت به سطوح متفاوت اولویت های 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 در اولویت های رقابتی خود باید از توانسازهای 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 توانسازهای 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 نیازمندی ها تا حدودی ویژگی ها 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 آوری ها و استراتژی های تولید پیشرفته، کارکنان توانمند، نیروی کار چند 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، و سپس 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 فن آوری 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 داد که 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 می تواند 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 می تواند تعامل بین همه واحدها و شعبات سازمان را بهینه سازد، شایستگی های جمعی و فردی را بهبود بخشد، یادگیری حرفه‌ای را اثربخش تر و کارا تر 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 customer.** 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 Press, 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., Colquhoun,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)