فصلنامه علمی ـ پژوهشی مطالعات مدیریت
صنعتی سال هشتم، شماره ۱۸، پائیز ۸۹
صفحات ٤١ تا ٦٩

Motaleat-e modiriat-e sanati
Vol. 8, No.18, Autumn 2010

مدل سلسله مراتبی مبتنی بر روش متوسط موزون فازی برای ارزیابی و سنجش چابکی تولید

صدیقه خورشید *

چکیده

جهانی سازی و رقابت جویی شوک‌ها و لرزش‌ها مهیبی بر محیط تولید جهانی، وارد کرده و سازمان‌های تولیدی را ملزم به انجام تغییراتی در ساختار و طرق انجام کسب نموده است. به علاوه، سازمان‌های تولیدی دریافته‌اند که چابکی برای بقا و رقابت پذیری ضروری است. اما توانایی چابک سازی سازمان کمتر از پیش بینی شده است، توسعه یافته است. مدیران با این مساله مواجه‌اند که سازمان آنها از چه مقدار چابکی برخوردار است و به چه مقدار چابکی نیاز دارد. در این مقاله به منظور حمایت از تصمیمات مدیران برای چابک سازی سازمان یک مدل سلسله مراتبی ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید مبتنی بر روش متوسط موزون فازی توسعه یافته است. این مدل می تواند ابهام و نادقیقی ذاتی شاخص‌های کیفی چابکی، و نیز دانش و قضاوت خبرگان به هنگام ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید را تعدیل

---

* استادیار مدیریت سیستم، دانشکده مدیریت ـ اقتصاد دانشگاه سمنان 41847@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱

کند. این مدل در صنعت فولاد خوزستان اجرا شده است.
واژه‌های کلیدی: چابکی تولید، نظریه مجموعه فازی، روش متوسط موزون فازی.

مقدمه

رقابت جهانی تغییراتی را موجب شده که به وسیله کثرت و تعدد، تنوع محصول با چرخه عمر نامعلوم، فنآوری‌های فرآیندی نوآورانه و ابتکاری و مشتریانی توصیف می‌شود که همزمان خواهان واکنش سریع، هزینه‌های کمتر و سفارشی سازی بیشتر هستند [۴]. این تغییرات با ظهوراقتصادهای تولیدی پس از انبوه و موسسات آنها مقارن شده است[۲۹]. از این رو سازمان‌ها باید به منظور افزایش قدرت رقابت پذیری خود به طور موثر بر تغییرات مستمر، پیوسته و غیرمنتظره، و نیز چالش های مشتریان متقاضی محصولات با کیفیت بالا و هزینه اندک، و بر نیازهای خاص و متغیر آنها تفوق یابند [۳]. معیار موفقیت سازمان های فعال در کسب مزیت رقابتی جهانی، استفاده از قابلیت‌های تولیدی خود [۱۳]. واکنش سریع و اثربخش (رقابت مبتنی بر زمان) و تامین نیازهای مشتری است.

نحوه برخورد موفقیت آمیز سازمانها با محیط‌های غیر قابل پیش بینی، پویا و دائماً در حال تغییر مستمر، برای چندین دهه یک موضوع تعداد ؟ در صنعت و دانشگاه بوده است. راه حل‌های متفاوت بسیاری از جمله شبکه بندی، مهندسی مجدد، سازمان‌های مدولار، همکاری‌های مجازی، سازمان‌هایی با عملکرد بالا، توانمندسازی کارکنان، سیستم های تولید منعطف، مهندسی همزمان، مدیریت کیفیت جامع، برون سپاری راهبردی و جمعی، رقابت مبتنی بر زمان، شاخص گذاری و سفارش انبوه مطرح شده است. پذیرش این اقدامات و ابزارها از سوی محققان و جامعه دانشگاهی به عنوان بخشی از پارادایم تولید جدید مبتنی بر چابکی و نیز تولید چابک شناخته شده است [۳۴]. چابکی به عنوان راهبردی برای توانمندسازی موسسات و سازمان‌های تولیدی به منظور حفظ مزیت رقابتی در یک محیط متلاطم مطرح شده است [۱۰]. تحقیقات زیادی درباره اینکه"چابکی چیست؟ و چگونه شرکت‌ها می‌توانند چابک شوند؟" انجام شده است، اما تحقیقات اندکی درباره

ارزیابی و سنجش چابکی یک سازمان وجود دارد. اتخاذ تصمیمات چابک سازی و برنامه‌ریزی برای چابک نمودن یک سازمان مستلزم تعیین سطح چابکی فعلی شرکت و مقدار چابکی مورد نیاز آن است که یک مدل ارزیابی می تواند این موضوع را محقق سازد. از این رو در این مقاله مدلی کمّی مبتنی بر نظریه مجموعه فازی برای سنجش و ارزیابی سطح چابکی تولید فعلی شرکت‌ها ارائه شده است.

مبانی نظری تحقیق

مفهوم چابکی تولید

تعریف دقیقی از چابکی تولید یا تولید چابک ارائه نشده است. جدول ۱ تعاریف ارائه شده توسط برخی از محققان و پژوهشگران را نشان می‌دهد. برای درک این مفهوم و شناسایی آن به عنوان یک مدل تولید

جدول ۱. تعاریف چابکی تولید

مرجع	تعریف
گلمن، ناگل و پریسز [۹]	تحویل ارزش به مشتریان، آماده شدن برای تغییر، ارزش دادن به دانش و مهارت انسان، شکل دادن مشارکت‌های مجازی
فلیدنر و وکورکا [۸]	توانایی تولید طیف گسترده‌ای از محصولات با هزینه کم و کیفیت بالا با زمان های انتظار کوتاه به صورت دسته‌ای و متغیر ساختن برای مشخصات هر مشتری در هر سفارش است.
گاناسکاران [۱۱]	قابلیت بقا و موفقیت در یک محیط رقابتی با تغییرات مستمر و پیش بینی نشده به وسیله واکنش سریع و اثربخش به بازارهای در حال تغییر، برانگیخته شده به وسیله محصولات و خدمات با طراحی مشتری.
کاتایاما و بن نیت [۱۸]	تفوق بر بی ثباتی و ناپایداری به وسیله انجام تغییرات به موقع و معتبر از لحاظ اقتصادی، توانایی‌ها برای تامین نیازمندی‌های در حال تغییر مشتری بر حسب قیمت، مشخصات، کیفیت، کمیت و تحویل
نایلر و همکاران [۲۵]	بکارگیری دانش بازار و یک موسسه مجازی برای بهره برداری از فرصت های سودآور در یک بازار بی ثبات و ناپایدار
یوسف و همکاران [۳۶]	کاوش و جستجوی موفقیت آمیز مبانی رقابتی(سرعت، انعطاف پذیری، نوآوری فعالانه، کیفیت و سودآوری) از طریق تلفیق منابع قابل آرایش مجدد و بهترین اقدامات و اعمال در یک محیط غنی دانشی برای فراهم کردن خدمات/ محصولات با تحریک مشتری در محیط پویایی بازار.
چریستوفر [۶]	توانایی یک سازمان برای واکنش سریع به تغییرات در تقاضا هم بر حسب کمیت و هم تنوع، یک قابلیت گسترده کسب و کار است که ساختار های سازمانی، سیستم‌های اطلاعات، فرآیندهای لجستیک و چارچوب فکری را بهبود می‌بخشد.
شریفی و ژانگ [۲۸]	توانایی حس کردن، پاسخ گفتن و بهره‌برداری از تغییرات پیش بینی نشده یا غیر منتظره در محیط کسب و کار است.
تولون [۳۰]	چابکی بر تلفیق و یکپارچه کردن اثربخش زنجیره تامین و به وجود آوردن و قوام بخشیدن به روابط نزدیک و بلند مدت با مشتریان و تامین کنندگان دلالت می کند.
جامز [۱۵]	توانایی واکنش به تغییر، عدم اطمینان، عدم قابلیت پیش بینی در محیط کسب و کار، رقبا تکنولوژی های جدید، تامین کنندگان یا مقررات دولتی.
گاناسکاران ویوسف [۱۲]	قابلیت یک سازمان، در ایجاد فعالانه تولید مجازی با یک سیستم توسعه متفاوت محصول، برای تامین نیازمندی‌های بازار در حال تغییر، به حداکثر رساندن سطح خدمات مشتری، به حداقل رساندن هزینه کالاها، توانایی شرکت برای متاثر کردن تغییرات در سیستم ها، ساختارها و سازمان.
پرینس و کای [۲۶]	توانایی واکنش به تغییرات ناگهانی و تامین نیازمندی های متنوع و متغیر مشتری بطور گسترده بر حسب قیمت، مشخصات، کیفیت، کمیت و تحویل
آدلیه و یوسف [۱]	واکنش نظام مند به فشارهای تحمیل شده به وسیله بالاترین سطوح بی‌ثباتی بازار و پیچیدگی محصول، تاکید همزمان بر طیف گسترده ای از قابلیت‌های رقابتی.
ایسمایل و همکاران [۱۴]	توانایی واکنش به، ایجاد پنجره هایی از فرصت های جدید در یک محیط بازار متلاطم برانگیخته شده/ تحریک شده توسط نیازمندی های مشتریان به صورت هزینه/ اثربخش و یا سرعت.
ناراسیما و همکاران [۲۴]	تغییرات کارا در حالات و وضعیت های عملیاتی در واکنش به تقاضاهای متغیر و نامعلوم.

جدید، همه این تعاریف باید همزمان ملاحظه شوند [۱۶، ۳۶]. این تعاریف در سه گروه اصلی طبقه‌بندی شده‌اند و [۳۳]. برخی تعاریف تولید چابک بر اساس نتایج، از جمله انعطاف پذیری، سرعت، پاسخگویی و قابلیت آرایش مجدد، پویایی، نوآوری و ... قرار دارند. برخی دیگر بر حسب جنبه‌های عملیاتی یا اجرایی مانند همکاری و مشارکت، فعال و پیش گیرانه، مجازی بودن، بهره برداری از فناوری، جهت یابی بازار، تلفیق و یکپارچگی و ... بیان شده‌اند. بالاخره تعاریف جامعی وجود دارند که همزمان عملیات و نتایج را ترکیب می کنند. در تعاریف ارائه شده از چابکی تولید و تولید چابک نشان می‌دهند که در گسترده‌ترین معنی، تولید چابک بر مفهوم موسسه یکپارچه‌ای دلالت می کند که نه تنها برنامه‌ریزی و کنترل (عملیات) تولید واقعی را در بر می گیرد، بلکه حوزه‌هایی مانند واسطه‌های کسب و کار، زنجیره‌های تأمین و عوامل نیروی کار را نیز پوشش می‌دهد [۳۳، ۳۵]. در واقع چابکی تولید با توانایی شرکت برای بقا و موفقیت در محیط‌های رقابتی ارتباط دارد، که بطور پیوسته و دائم و غیر قابل پیش‌بینی تغییر می کند [۷]. این توانایی نه تنها موضوع انعطاف پذیری و پاسخگویی را طرح می‌کند، بلکه به معنای عرضه محصولات با کیفیت بالا، هزینه کم، خدمات بهتر و شرایط تحویل بهتر نیز می‌باشد. بنابراین تولید چابک، ترکیب کارایی تولید ناب با انعطاف‌پذیری عملیاتی مدل منعطف را هدف قرار می‌دهد، در حالی که راه حل‌های سفارشی با هزینه تولید انبوه تحویل می‌دهد [۱]. در عمل، تولید چابک می‌تواند به وسیله تلفیق سازمان‌ها، افراد و فناوری در درون یک واحد معنی‌دار به وسیله آرایش و بکارگیری فناوری‌های پیشرفته اطلاعاتی و ساختارهای سازمانی منعطف برای حمایت از افراد ماهر و کاردان، مطلع و با انگیزه و مشتاق حاصل گردد [۱۰].

رویکردهای ارزیابی چابکی

ارزیابی سطح چابکی سازمان به تعریف و توصیف صریح ویژگی‌های چابکی نیاز دارد. بسیاری از محققان، رویکردهای متعددی برای سنجش و اندازه‌گیری

چابکی و چابکی تولید ارائه داده اند. برخی مولفان [۳۱، ۳۰، ۳۲] از شاخص چابکی یکپارچه استفاده کرده‌اند. رن و همکاران [۲۷] با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، روشی برای سنجش و اندازه‌گیری چابکی توسعه داده‌اند. آرتلو و گیاچیتی [۲] از پیچیدگی به عنوان یک شاخص اندازه‌گیری جایگزین مفهوم چابکی استفاده کرده اند. کید [۲۰] پنج شاخص اندازه گیری عملکرد چابکی شامل هزینه تغییر، زمان برای تغییر ثبات تغییر، حوزه و قلمرو تغییر و فراوانی تغییر طرح نمود. برخی مولفان [۲۲، ۲۳، ۳۱] اظهار داشتند که وقتی شاخص‌های چابکی و تعاریف چابکی نادقیق و مبهم باشند، عبارات و اصطلاحات زبانی و منطق فازی، رویکردهای متداول‌تری برای سنجش و اندازه‌گیری چابکی هستند. لین و همکاران [۲۲]. یک شاخص و نمایه چابکی مبتنی بر منطق فازی برای تولید محصول سفارش انبوه توسعه دادند. آنها سه قابلیت اصلی چابکی شامل چابکی مدیریت سازمانی، چابکی طراحی محصول و چابکی تولید محصول. را شناسایی نموده، و برای هر کدام از این قابلیت‌های کلی، معیارهای خاصی مطرح کردند [۲۳]. تسورولودیس و والاوانیس [۳۱] به منظور برخورد با مساله چند سازه‌ای و فازی بودن مفهوم چابکی، یک چارچوب دانش مدار منطق فازی مشتمل بر چهار ساختار چابکی تولید ـ تولید، بازار، افراد و اطلاعات توسعه دادند. یوسف و آدیلیبه [۳۵] در تحلیل تطبیقی تولید چابک و تولید ناب به توسعه و تشریح شاخص‌های اندازه‌گیری قابلیت‌های چابکی توجه نکرده‌اند. در تحقیق آنها، چابکی با هزینه اندک و پایین، کیفیت، سرعت، قابلیت وابستگی، تنوع تولید، انعطاف پذیری و رهبری در محصولات فناوری جدید اندازه‌گیری شده است.

مدل فازی سلسله مراتبی ارزیابی و سنجش چابکی تولید

سنجش و ارزیابی هر پدیده، از جمله سطح چابکی تولید فعلی شرکت‌ها از دو جهت فرایندی پیچیده است که تحقیق را به سمت استفاده از منطق فازی هدایت و راهنمایی می‌کند: الف ـ معیارهای ارزیابی کیفی هستند.

ب ـ قضاوت خبرگان و تصمیم‌گیرندگان درباره این پدیده؛ مبهم نادقیق و همراه با

عدم اطمینان است [۲۱]. زاده [۳۷]، نظریه مجموعه فازی را برای برخورد با عدم اطمینان به علت نادقیقی و ابهام معرفی کرد. نظریه مجموعه فازی، ابزاری کامل جهت مدل سازی عدم اطمینان (نادقیق) پدیدار شده در ذهن انسان است که نه تصادفی است و نه احتمالی. در واقع منطق فازی، مبنا و اساس نظام‌مندی در برخورد با موقعیت‌هایی فراهم می‌کند که مبهم بوده و یا خوب تعریف نشده‌اند [۱۹] و رویکردی برای تحلیل مسائلی است که پیچیده یا بیمارگونه هستند و تحلیل آنها توسط روش‌های سنتی متداول، حساس است. منطق فازی، اولین گام در رویکرد غیر عددی است که به کاربر امکان می‌دهد قضاوت‌های شفاهی را از طریق عبارات زبانی طبیعی مانند «بسیار خوب»، «تا حدودی ضعیف» و ... انجام دهد. استفاده از متغیرهای زبانی، مدل سازی دقیق جملات و عبارات نادقیق مانند بسیار مهم یا بسیار خوب را فراهم می‌کند و به میزان زیادی به تعیین یک تابع عضویت معتبر وابسته است. در دومین مرحله، این قضاوت‌های فازی با کاربرد اصل تعمیم به کار رفته در نظریه مجموعه‌های فازی کمّی می‌شود.

در این بخش، مدل فازی سلسله مراتبی توسعه یافته برای سنجش و ارزیابی چابکی تولید به همراه روش‌های تحلیل چند معیاره فازی به کار رفته تشریح می‌گردد. برای توسعه مدل، ابتدا نمادها و نشانه‌های مورد استفاده در این مقاله معرفی می‌گردد.

نمادها و نشانه ها:

مجموعه خبرگان

$$E = \{E_1, E_2, ...E_k, ..., E_l\}, k = 1,2,...,l$$

مجموعه معیارها برای سنجش و ارزیابی چابکی تولید در سطح f

$$C_f = \{C_{f1}, C_{f2}, ..., C_{fj}, ..., C_{fm}\}, j == 1,2,...,m \; ; \; f = 1,2,3$$

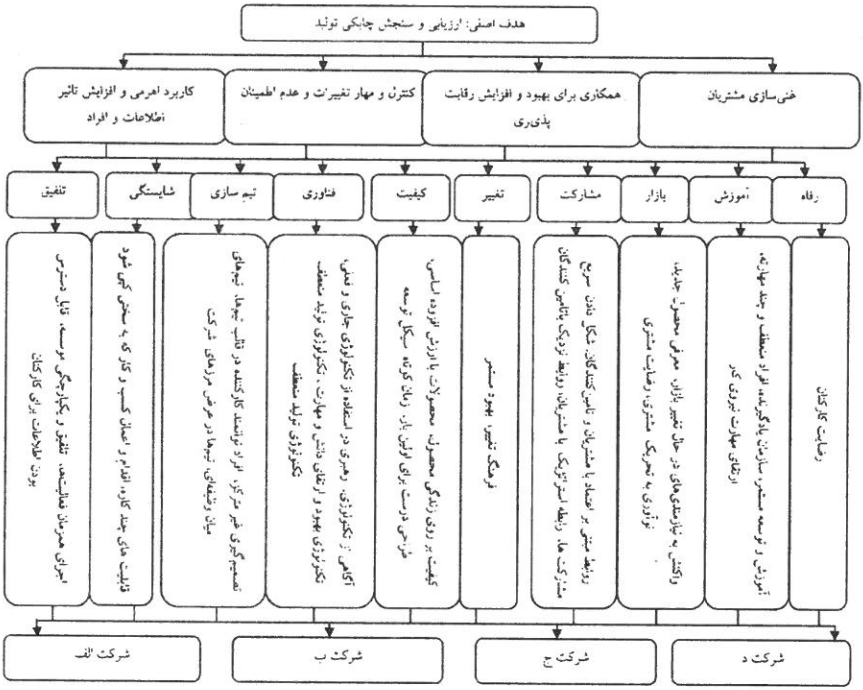
مجموعه شرکت های مورد مطالعه

$$X = \{x_1, x_2, ...x_i, ..., x_n\}, i = 1,2,...,n$$

در ادامه فرآیند مدلسازی فازی ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید در دو مرحله تشریح می‌گردد:

ساختن مدل سلسله مراتبی سنجش و اندازه‌گیری چابکی تولید: برای ساختن مدل سلسله مراتبی سنجش و ارزیابی چابکی تولید، از چارچوب‌های ارائه شده

توسط یوسف و همکاران [۳۶] و گلدمن و همکاران [۹] به علت جامعیت و فراگیری شاخص‌های آنها استفاده شده است. این دو چارچوب در قالب یک مدل سلسله مراتبی چهار سطحی با یکدیگر تلفیق شده‌اند. همانطور که در شکل(۱) نشان داده شده است، چابکی به عنوان هدف اصلی در بالاترین سطح سلسله مراتب قرار دارد. این هدف به چهار بُعد راهبردی چابکی طرح شده توسط گلدمن و همکاران [۹] تقسیم می شود: الف) غنی سازی مشتری که به فهم و درک سریع نیازمندی‌های منحصر به فرد هر مشتری و تامین سریع آنها نیازمند است؛ ب) همکاری و تشریک مساعی که برای بهبود رقابت‌پذیری لازم است و شامل همکاری‌های درون سازمانی و بین سازمانی مانند مشارکت تأمین کننده و ایجاد روابط مجازی با سازمان‌های رقیب است؛ ج) سازماندهی برای کنترل تغییر و عدم اطمینان، که مستلزم بهره‌برداری از ساختارهای سازمانی، مدیریتی و فنآوری است؛ د) افزایش تاثیر (اهرم سازی) افراد و اطلاعات که بر اهمیت افراد به عنوان یک دارایی مهم برای سازمان، و نیز دانش به عنوان یک دارایی ناملموس و ارزش افزای سازمان تأکید دارد.



شکل ۱. مدل سلسله مراتبی ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید

از اینرو بر توسعه نیروی کار از طریق، کار تیمی، آموزش و پرورش و توانمندسازی تأکید می‌کند. سطح سوم و چهارم ده قابلیت و ویژگی چابکی و شاخص‌های مرتبط با هر قابلیت را به ترتیب در بر می‌گیرند. در سطح پنجم نیز شرکت‌ها وسازمان‌های تولیدی مورد مطالعه قراردارند که سطح چابکی جاری آنها مطابق شاخص‌های فرعی مرتبط با قابلیت‌ها و ویژگی‌های چابکی ارزیابی می‌گردد. محاسبه و تعیین درجه چابکی تولید درجه چابکی تولید هر سازمان تولیدی در دو مرحله به شرح ذیل محاسبه و تعیین می شود: الف) محاسبه اوزان فازی شاخص‌های ارزیابی و سنجش چابکی تولید. ب) محاسبه درجه چابکی تولید هر سازمان تولیدی.

۳,۲,۱. محاسبه اوزان فازی شاخص‌های سطوح ۱، ۲، ۳ مدل سلسله مراتبی. این اوزان مطابق الگوریتم ذیل محاسبه می‌گردد:

الف ـ تشکیل ماتریس و تجمیع قضاوت‌های فازی خبرگان بر دوباره درجات اهمیت شاخص‌های چابکی مدل سلسله مراتبی. برای سنجش و ارزیابی چابکی تولید به دانش و قضاوت خبرگان درباره اهمیت شاخص های مدل سلسله مراتبی نیاز است. خبرگان و متخصصان، دانش و قضاوت خود را به صورت واژههای زبانی ـ کیفی (تعریف شده در جدول ۲) بیان می کنند.

جدول ۲. متغیرهای زبانی بکار رفته برای ارزیابی و سنجش چابکی تولید

متغیرهای زبانی برای درجات اهمیت هر معیار		متغیرهای زبانی برای ارزیابی چابکی تولید	
متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی	متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی
بسیار مهم	(۰,۹، ۱، ۱)	بسیار زیاد	(۹، ۱۰، ۱۰)
مهم	(۰,۷، ۰,۹، ۱)	زیاد	(۷، ۹، ۱۰)
نسبتاً مهم	(۰,۵، ۰,۷، ۰,۹)	نسبتاً زیاد	(۵، ۷، ۹)
متوسط	(۰,۳، ۰,۵، ۰,۷)	متوسط	(۳، ۵، ۷)
نسبتاً کم اهمیت	(۰,۱، ۰,۳، ۰,۵)	نسبتاً کم	(۱، ۳، ۵)
کم اهمیت	(۰,۰، ۰,۱، ۰,۳)	کم	(۰، ۱، ۳)
بسیار کم اهمیت	(۰,۰، ۰,۰، ۰,۱)	بسیار کم	(۰، ۰، ۱)

از آنجا که انجام عملیات ریاضی مستقیماً بر روی واژه‌های زبانی انجام نمی‌شود، لازم است که مقیاس زبانی به مقیاس فازی تبدیل گردد. از جدول (۲) برای تخصیص توابع عضویت به متغیرهای فازی استفاده شده است. فرآیند تخصیص توابع عضویت به متغیرهای فازی شهودی یا مبتنی بر عملیات منطقی. فرآیند شهودی به هوشمندی و قضاوت خبرگان برای توسعه توابع عضویت بستگی دارد [۳۹]. پس ازکسب دانش و اطلاعات ذهنی، زبانی و فازی خبرگان و تبدیل آنها به توابع عضویت فازی، یک ماتریس قضاوت فازی (FJM) برای هر خبره ارزیاب تشکیل می شود. وقتی چند خبره یا تصمیم‌گیرنده، قضاوت‌های خود درباره یک پدیده یا موضوع را طرح می‌کنند، باید قضاوت‌های آنها برای رسیدن به یک قضاوت گروهی و جمعی تجمیع گردد. یک روش تجمیع خوب باید طیف ارزش فازی هر تصمیم‌گیرنده و خبره را ملاحظه کند. بدین معنا که طیف ارزش فازی تجمیع شده باید شامل طیف‌هایی از ارزش فازی همه تصمیم‌گیرندگان باشد. بنابراین وقتی قضاوت‌های زبانی خبرگان و تصمیم‌گیرندگان با اعداد فازی مثلثی نمایش داده شده

باشند، ارزش فازی تجمیع شده می‌تواند به صورت ذیل تعریف گردد:

$$a_1 = \min_k(a_{1k}) \quad b_1 = \frac{1}{l}\sum_{k=1}^{l} b_{1k} \quad c_1 = \max_k(c_{1k}) \quad k = 1,2,...,l$$

بنابراین با تجمیع قضاوت خبرگان، ماتریس قضاوت فازی جمعی و گروهی به صورت ذیل حاصل می‌گردد.

(۲)

$$GFJM \quad (A) = \begin{array}{c|cccccc} & C_1 & \cdots & C_j & \cdots & C_m \\ E_1 & y^g_{11} & \cdots & y^g_{12} & \cdots & y^g_{1m} \\ E_2 & y^g_{11} & \cdots & y^g_{12} & \cdots & y^g_{1n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ E_k & y^g_{k1} & \cdots & y^g_{k2} & \cdots & y^g_{km} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ E_l & y^g_{l1} & \cdots & y^g_{l2} & \cdots & y^g_{lm} \end{array}$$

ب ـ محاسبه اوزان و درجات اهمیت شاخص های سلسله مراتبی چابکی تولید. بر اساس ماتریس قضاوت فازی گروهی؛ اوزان و درجات اهمیت شاخص‌های سطح اول، دوم و سوم مدل سلسله مراتبی در سه مرحله به شرح ذیل محاسبه می گردد.

۱ـ محاسبه اوزان فازی محلی شاخص‌های سطح اول، دوم و سوم مدل سلسله مراتبی به وسیله میانگین حسابی فازی بر طبق فرمول (۳):

(۳)

$$w_{jf}^{local} = \frac{\widetilde{C}_{jf}}{\sum_{j=1}^{m} \widetilde{C}_{jf}} = \frac{C_{jf}^{a}}{\sum_{j=1}^{m} C_{jf}^{c}}, \frac{\widetilde{C}_{jlf}^{b}}{\sum_{j=1}^{m} C_{jf}^{b}}, \frac{\widetilde{C}_{jf}^{c}}{\sum_{j=1}^{m} C_{jf}^{a}}$$

۲ـ محاسبه اوزان فازی جهانی شاخص‌های سطح سوم مدل سلسله مراتبی

پس از محاسبه اوزان فازی محلی شاخص‌های سطح اول، دوم و سوم اوزان فازی جهانی/ کلی شاخص‌های فرعی قابلیت‌های چابکی تولید (شاخص‌های سطح دوم) در دو مرحله محاسبه می گردد:

الف. محاسبه اوزان فازی جهانی قابلیت‌های چابکی تولید (شاخص‌های سطح دوم). برای محاسبه اوزان فازی جهانی شاخص های سطح دوم لازم است که بر مطابق فرمول (۴)، هر کدام از ابعاد راهبردی چابکی تولید (شاخص‌های چابکی سطح اول) در هر کدام از قابلیت‌ها یا ویژگی‌های چابکی تولید (ده شاخص سطح دوم)

ضرب و میانگین آنها محاسبه می‌شود. در این صورت یک وزن فازی جهانی/کلی برای هرکدام از ده ویژگی چابکی تولید به دست می‌آید:

(۴)

$$w_{j2}^{Total} = \frac{\left(\sum_{j1=1}^{4} w_{j1}^{Local} \quad w_{j2}^{Local} \right)}{m_1}$$

که w_{j1}^{local} : معرف اوزان فازی شاخص‌های سطح اول، w_{j2}^{local} : معرف اوزان شاخص های سطح دوم و w_{j2}^{Total}: معرف اوزان فازی جهانی شاخص‌های سطح دوم و m_1: تعداد شاخص‌ها در سطح اول است.

ب. محاسبه اوزان فازی جهانی شاخص‌های فرعی قابلیت‌های چابکی تولید (شاخص‌های سطح سوم): وزن فازی جهانی / کلی هرکدام از شاخص‌های سطح سوم بر طبق فرمول (۵) از طریق ضرب وزن فازی جهانی / کلی قابلیت‌های چابکی تولید(w_{j2}^{Total}) در اوزان فازی محلی شاخص‌های فرعی قابلیت‌ها یا ویژگی‌های چابکی تولید (w_{j3}^{local}) محاسبه می گردد.

$$w_{j3}^{Total} = w_{j3}^{Local} \otimes w_{j2}^{Total} \qquad (۵)$$

محاسبه درجه چابکی تولید

فرآیند محاسبه درجه چابکی تولید فعلی هر شرکت متشکل از سه مرحله به صورت ذیل است:

الف. تشکیل ماتریس قضاوت فازی و تجمیع قضاوت‌های فازی خبرگان. دانش و قضاوت خبرگان، متخصصان و مدیران درباره سطح چابکی سازمان خود با ملاحظه شاخص‌های چابکی سطح سوم مدل سلسله مراتبی کسب می‌گردد. دانش و قضاوت آنها به علت ماهیت زبانی و کیفی به اعداد فازی مثلثی متناظر (جدول ۲) تبدیل می‌شود. سپس از طریق فرمول (۱) دانش و قضاوت فازی خبرگان و مدیران در هر سازمان تولیدی تجمیع می‌گردد، که در نتیجه ماتریس قضاوت فازی گروهی برای سازمان‌های تحت مطالعه ساخته می شود. مقادیر فازی این ماتریس مبین ارزش

تجمیع شده سطح چابکی تولید $\widetilde{U}_{ij} = (l_{ij}, M_{ij}, U_{ij})$ هر شرکت است، که به صورت ماتریس ذیل نشان داده شده می‌شود. این ماتریس مبنای محاسبه درجه چابکی تولید هر سازمان تولیدی است.

$$GFJM \quad (X) = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{matrix} \begin{vmatrix} C_{13} & \cdots & C_{j3} & \cdots & C_{m3} \\ A^G_{113} & \cdots & A^G_{1j3} & \cdots & A^G_{1m3} \\ A^G_{113} & \cdots & A^G_{1j3} & \cdots & A^G_{1m3} \\ \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ A^G_{i13} & \cdots & A^G_{ij3} & \cdots & A^G_{im3} \\ \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ A^G_{n13} & \cdots & A^G_{nj3} & \cdots & A^G_{nm3} \end{vmatrix} \qquad (۶)$$

ب. محاسبه درجه فازی چابکی تولید هر شرکت. برای محاسبه درجه (وزن) فازی چابکی تولید هر سازمان تولیدی از روش متوسط موزون فازی استفاده شده است، که کاربست آن در اینجا تشریح می‌گردد. چنانکه در بند ۳،۲،۱. تشریح شده، اوزان فازی جهانی / کلی شاخص‌های فرعی قابلیت‌های چابکی تولید $(\widetilde{w}^{Total}_{j3})$، $\widetilde{w}^{Total}_{j3} = \{w^{Total}_{j3}, \mu_{\widetilde{w}^{Total}_{j3}}(w^{Total}_{j3}) | w^{Total}_{j3} \in W^3_{j3}, \widetilde{w}^{Total}_{j3}\}$ $j3 = 1,2,...m_3$ و مقادیر(اندازه‌های) تجمیعی مرتبط با ارزیابی و سنجش چابکی تولید هر سازمانی (ماتریس $GFJM$)، $\widetilde{U}_{ij3}$، $\widetilde{U}_{ij} = \{u_{ij3}, \mu_{\widetilde{U}_{ij3}}(u_{ij3}) | u_{ij3} \in U_{ij3}\}$ $j = 1,2,..., m_3, i = 1,2,..., n$ به صورت اعداد فازی مثلثی بیان شده اند. بنابراین محاسبه وزن فازی چابکی تولید هر سازمان تولیدی در مقوله متوسط موزون فازی قرار می‌گیرد، که W^{Total}_{j3} و U_{ij3} به ترتیب مجموعه‌های جهانی قطعی درجات اهمیت شاخص‌های فرعی مرتبط با قابلیت‌های چابکی تولید و ارزش تجمع شده مربوط به سطح چابکی تولید به ترتیب هستند، $\mu^{Total}_{\widetilde{w}_{j3}}$ و $\mu_{\widetilde{U}_{ij}}$ به ترتیب توابع عضویت اعداد فازی محدب $\widetilde{w}^{Total}_{j3}$ و $\widetilde{U}_{ij}$ هستند. لذا وزن فازی چابکی تولید سازمان X_i، که به وسیله $\widetilde{Y}_i$ نشان داده شده، به صورت رابطه بیان می شود:

$$\widetilde{Y}_i = \sum_{j_3=1}^{m_3} w^{Total}_{j_3} \widetilde{U}_{ij_3} \Big/ \sum_{j_3=1}^{m} \widetilde{w}^{Total}_{j_3}, \; i = 1,2,..., n \qquad (۷)$$

از آنجا که $\widetilde{w}^{Total}_{j_3}$ و $\widetilde{U}_{ij_3}$ هر دو اعدا د فازی هستند، متوسط موزون فازی، $\widetilde{Y}_i$ نیز یک عدد فازی است. طبق اصل بسط زاده [۳۸]، تابع عضویت متوسط موزون فازی $\widetilde{Y}_i$ به صورت رابطه نوشته می شود.

(۸)

$$\mu_{\tilde{Y}_i}(Y_i) = \sup \min \left\{ \mu_{\tilde{w}_{j_3}^{Total}}(w_{j_3}^{Total}), \mu_{\tilde{U}_{ij_3}}(u_{ij_3}) \forall i, j_3 \middle| Y_i = \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total} u_{ij_3} \Big/ \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total} \right\}$$

معادله بالا می‌تواند به یک مساله برنامه ریزی غیر خطی به شرح ذیل تبدیل شود.

(۹)

$$\begin{aligned} \mu_{\tilde{Y}_i}(y_i) &= \max \quad Z \\ st: \quad & Z \le \mu_{\tilde{w}_{j_3}^{Total}}(w_{j_3}^{Total}), \quad j = 1,2,...,m_3 \\ & Z \le \mu_{\tilde{U}_{ij_3}}(u_{ij_3}), \quad j = 1,2,...,m_3 \\ & Y_i = \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total} u_{ij_3} \Big/ \sum_{j_3}^{m_3} w_{j_3}^{Total}, \quad j = 1,2,...,m_3 \\ & w_{j_3}^{Total} \in w_{j_3}^{Total}, u_{ij_3} \in U_{ij_3}, \quad j_3 = 1,2,...,m_3 \end{aligned}$$

با توجه به غیر خطی بودن مدل بالا و غیر قابل تفکیک بودن توابع $\mu_{\tilde{w}_{j3}^{Total}}$ و $\mu_{\tilde{U}_{ij3}}$، حل مدل بالا دشوار است. بنابراین برای حل مدل بالا از روش α- برش استفاده می شود. کائو و لیو [۱۷] روشی مبتنی بر α- برش برای حل مدل (۹) ارائه داده‌اند. طبق این روش، با فرض این که $(w_{j_3}^{Total})_\alpha$ و $(U_{ij_3})_\alpha$ به ترتیب مجموعه‌های سطح α ام $\tilde{w}_{j_3}^{Total}$ و $\tilde{U}_{ij_3}$ را به صورت ذیل نشان دهند.

$$(w_{j_3}^{Total})_\alpha = \left[(w_j^{Total})_\alpha^L, (w_{j_3})_\alpha^U\right] = \left[\min_{w_{j_3}^{Total}} \left\{w_{j_3}^{Total} \in W_j^{Total} \middle| \mu_{\tilde{w}_{j_3}^{Total}}(w_{j_3}^{Total}) \ge \alpha\right\} \max_{w_{j_3}^{Total}} \left\{w_{j_3}^{Total} \in W_{j_3}^{Total} \middle| \mu_{\tilde{w}_{i_3}^{Total}} \ge \alpha\right\}\right]$$

(۱۰)

$$(U_{j_3}^{Total})_\alpha = \left[(U_j^{Total})_\alpha^L, (U_{j_3})_\alpha^U\right] = \left[\min_{u_{ij_3}} \left\{u_{ij_3} \in U_{ij_3} \middle| \mu_{U_{ij_3}}(u_{ij}) \ge \alpha\right\} \max_{u_{ij_3}} \left\{u_{ij_3} \in U_{ij_3} \middle| \mu_{\tilde{U}_{ij_3}}(u_{ij_3}) \ge \alpha\right\}\right]$$

این فواصل نشان می دهند که درجه چابکی تولید هر سازمان در سطح امکان پذیری α قرار می‌گیرد. در یک سطح α خاص $\tilde{Y}_i$، مدل (۹) نشان می‌دهد که به مقدار $\mu_{\tilde{w}_{j3}^{Total}}(w_{j_3}^{Total}) \ge \alpha$ و $\mu_{\tilde{U}_{ij_3}}(u_{ij_3})$، $\forall i, j_3$، و حداقل یا $\mu_{\tilde{U}_{ij_3}}(u_{ij_3})$ معادل با α نیاز است بگونه‌ای که $Y_i = \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total} u_{ij_3} \Big/ \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total}$؛ $\mu_{\tilde{Y}_i}(Y_i) = \alpha$ تامین کند. بنابراین کران‌های بالا و پایین می‌تواند با حل مدل‌های

برنامه‌ریزی ذیل بدست آید:

(11a)

$$(Y_i)_{\alpha}^{U} = \max \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total} u_{ij_3} \Big/ \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total}$$

$$st:$$

$$(w_{j_3}^{Total})_{\alpha}^{Total} \le w_{j_3}^{Total} \le (w_{j_3}^{Total}),\ j_3 = 1,2,\ldots,\ m_3$$

$$(U_{ij_3})_{\alpha}^{L} \le u_{ij_3} \le (U_{ij_3})_{\alpha}^{U},\ j_3 = 1,2,\ldots,\ m_3,\ i = 1,2,\ldots,\ n$$

(11b)

$$(Y_i)_{\alpha}^{L} = \max \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total} u_{ij_3} \Big/ \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total}$$

$$st:$$

$$(w_{j_3}^{Total})_{\alpha}^{L} \le w_{j_3}^{Total} \le (w_{j_3}^{Total})_{\alpha}^{Total},\ j_3 = 1,2,\ldots,\ m_3$$

$$(U_{ij_3})_{\alpha}^{L} \le u_{ij_3} \le (U_{ij_3})_{\alpha}^{U},\ j_3 = 1,2,\ldots,\ m_3,\ i = 1,2,\ldots,\ n$$

به طور شهودی، حداکثر Y_i در $(U_{ij_3})_{\alpha}^{U}$ و حداقل Y_i در $(U_{ij_3})_{\alpha}^{L}$ تأمین می‌شود. بنابراین، متغیر u_{ij_3} در تابع هدف دو مدل (11a) و (11b) می‌تواند به ترتیب با $(U_{ij_3})_{\alpha}^{U}$ و $(U_{ij_3})_{\alpha}^{L}$ به ترتیب جایگزین گردد و همچنین محدودیت $(U_{ij_3})_{\alpha}^{L} \le u_{ij_3} \le (U_{ij_3})_{\alpha}^{U},\ i = 1,2,\ldots,n;\ j_3 = 1,2,\ldots,m_3$ حذف شود. با فرض اینکه $t = 1 \Big/ \sum_{j_3=1}^{m_3} w_{j_3}^{Total}$ و $V_{j_3} = t w_{j_3}^{Total}$ باشد. پس دو مدل (11a) و (11b) می تواند به دو مساله برنامه ریزی خطی متداول به شرح ذیل تبدیل گردد:

(12a)

$$(Y_i)_{\alpha}^{U} = \max \sum_{j_3=1}^{m_3} V_{j_3} (U_{ij_3})_{\alpha}^{U}$$

$$st:$$

$$t(w_{j_3}^{Total})_{\alpha}^{L} \le V_{j_3} \le t(w_{j_3}^{Total})_{\alpha}^{U},\ j = 1,2,\ldots,\ m_3$$

$$\sum_{j_3=1}^{m_3} V_{j_3} = 1$$

$$t, V_{j_3} \ge 0$$

(12b)

$$(Y_i)_{\alpha}^{L} = \min \sum_{j_3=1}^{m_3} V_{j_3} (U_{ij_3})_{\alpha}^{L}$$

$$st:$$

$$t(w_{j_3}^{Total})_{\alpha}^{L} \le V_{j_3} \le t(w_{j_3}^{Total})_{\alpha}^{U},\ j = 1,2,\ldots,\ m_3$$

$$\sum_{j_3=1}^{m_3} V_{j_3} = 1$$

$$t, V_{j_3} \ge 0$$

بنابراین برش های $\tilde{Y}_i$، فواصل قطعی $[(Y_i)_\alpha^L, (Y_i)_\alpha^U]$ منتج از مدل های (12a) و (12b) هستند.

ج ـ فازی زدایی کردن اوزان فازی چابکی تولید. روش های مختلفی برای رتبه‌بندی اعداد فازی وجود دارد. در اینجا از عملگر مقدار مورد انتظار فازی ارائه شده توسط چن و همکاران [۵] استفاده می‌شود.

$$E(\tilde{Y}_i) = \frac{1}{2Q}\sum_{h=1}^{Q}((Y_i)_{\alpha h}^U + (Y_i)_{\alpha h}^L) \qquad (۱۳)$$

Q تعداد α ـ برش‌ها است.

روش شناسی تحقیق

روش تحقیق

در این تحقیق از دو روش تحقیق پیمایشی و موردی استفاده شده است. از روش تحقیق پیمایشی برای جمع آوری اطلاعات به منظور دستیابی به دانش و قضاوت خبرگان، متخصصان و مدیران صنعت فولاد خوزستان درباره درجات اهمیت شاخص‌های سنجش و ارزیابی چابکی تولید، و نیز ارزیابی سطح چابکی تولید سازمان های تولیدی نسبت به شاخص‌های مرتبط با قابلیت‌های چابکی تولید استفاده شده است. از روش تحقیق موردی به منظور اجرای مدل سلسله مراتبی سنجش و ارزیابی چابکی تولید شرکت‌های فعال در صنعت فولاد خوزستان و سنجش و تعیین درجه چابکی تولید جاری آنها استفاده شده است.

هدف تحقیق

هدف از این تحقیق، پشتیبانی از تصمیمات مدیران سازمان های تولیدی برای چابک سازی شرکت‌شان با آگاهی از درجه چابکی تولید مبتنی بر ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید جاری سازمان خود از طریق فراهم کردن یک مدل ارزیابی و سنجش چابکی تولید با استفاده از مفاهیم نظریه مجموعه فازی است.

روش جمع آوری اطلاعات

ابزار جمع آوری اطلاعات در این تحقیق پرسشنامه است. بنابراین برای ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید جاری شرکت‌های فعال در صنعت فولاد خوزستان، دو پرسشنامه تهیه و تنظیم شده است: الف) پرسشنامه‌ای برای تعیین درجات اهمیت شاخص‌های ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید. این پرسشنامه مشتمل بر شاخص‌های ارزیابی و سنجش چابکی تولید مدل سلسله مراتبی توسعه یافته در این تحقیق است و با استفاده از مقیاس هفت گزینه‌ای لیکرت (بسیار مهم، مهم، نسبتاً مهم، متوسط، نسبتاً کم اهمیت، کم اهمیت و بسیار کم اهمیت) طراحی شده است. ب) پرسشنامه‌ای برای ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید سازمان با ملاحظه شاخص های مرتبط با قابلیت‌های چابکی تولید (شاخص‌های سطح سوم مدل سلسله مراتبی) که آن نیز با استفاده از مقیاس هفت گزینه‌ای لیکرت طراحی شده است. پرسشنامه‌ها در اختیار پنجاه نفر از متخصصان، کارشناسان و مدیران صنعت فولاد خوزستان قرارگرفته شد و ضمن آموزش شیوه تکمیل پرسشنامه از آنها خواسته شد تا اولاً درجات اهمیت شاخص‌های چابکی تولید (پرسشنامه الف) را برای صنعت فولاد خوزستان و ثانیا سطح چابکی تولید سازمان خود را با ملاحظه شاخص‌های مرتبط با قابلیت‌های چابکی تولید (پرسشنامه ب) ارزیابی کنند.

قلمرو پیاده سازی مدل تحقیق

قلمرو پیاده سازی مدل سلسله مراتبی بسط یافته در این مقاله، چهار شرکت صنعت فولاد خوزستان شامل شرکت فولاد خوزستان، گروه ملی صنعتی فولاد ایران، شرکت لوله سازی اهواز و شرکت فولاد کاویان است.

تحلیل داده‌های تحقیق و یافته‌ها

در این بخش نتایج به دست آمده از اجرای مدل سلسله مراتبی ارزیابی و سنجش چابکی تولید در چهار شرکت فولاد کاویان، لوله سازی اهواز، گروه ملی صنعتی فولاد ایران و شرکت فولاد خوزستان به شرح ذیل تبیین می‌گردد: الف) محاسبه اوزان فازی شاخص‌های ارزیابی و سنجش چابکی تولید. داده‌های بدست آمده از

پرسشنامه (الف) با استفاده از نرم افزار اکسل براساس روش تشریح شده در بخش ۱. ۲. ۳ تحلیل شدند. نتایج بدست آمده برای کل صنعت فولاد خوزستان در جداول (۳)، (۴) و (۵) نشان داده است.

جدول ۳. اوزان ابعاد راهبردی چابکی تولید در صنعت فولاد خوزستان

ابعاد راهبردی چابکی تولید	افزایش تاثیر افراد و اطلاعات(اهرمی کردن تاثیر افراد و اطلاعات	کنترل و مهار تغییرات و عدم اطمینان	همکاری برای افزایش رقابت پذیری	غنی سازی مشتری
اوزان فازی	(۰,۴۵۵، ۰,۲۴۲، ۰,۱۲۵)	(۰,۴۵۵، ۰,۲۷۰، ۰,۱۷۵)	(۰,۱۲۵، ۰,۴۵۵،۰,۲۳۶)	(۰,۱۲۵، ۰,۴۵۵،۰,۲۵۳)
اوزان قطعی	۰,۲۷۴	۰,۳	۰,۲۷۲	۰,۲۷۸

جدول ٤. اوزان قابلیت‌ها / ویژگی‌های چابکی تولید در صنعت فولاد خوزستان

قابلیت های چابکی تولید	اوزان فازی محلی	اوزان فازی جهانی	اوزان قطعی جهانی
کیفیت	(۰,۲۴، ۰,۱، ۰,۰۳)	(۰,۱۱، ۰,۰۲۵، ۰,۰۰۴)	۰,۰۴۵۹
تکنولوژی	(۰,۲۴، ۰,۱، ۰,۰۳)	(۰,۱۱، ۰,۰۲۵، ۰,۰۰۴)	۰,۰۴۵۹
تیم سازی	(۰,۲۴، ۰,۱، ۰,۰۳)	(۰,۱۱، ۰,۰۲۵، ۰,۰۰۴)	۰,۰۴۵۷
شایستگی	(۰,۲۴، ۰,۱۱، ۰,۰۵)	(۰,۰۱۱، ۰,۰۰۳، ۰,۰۰۷)	۰,۰۴۷۲
تلفیق و یکپارچگی	(۰,۲۴، ۰,۱۱، ۰,۰۵)	(۰,۱۱، ۰,۰۰۳، ۰,۰۰۱)	۰,۰۴۸۵
رفاه و سعادت	(۰,۲۴، ۰,۰۹، ۰,۰۳)	(۰,۱۱، ۰,۰۲۳، ۰,۰۰۴)	۰,۰۴۵۱
آموزش و پرورش	(۰,۲۴، ۰,۱۱، ۰,۰۷)	(۰,۱۱، ۰,۰۲۷، ۰,۰۰۱)	۰,۰۴۸۳
بازار	(۰,۲۴، ۰,۱، ۰,۰۵)	(۰,۱۱، ۰,۰۲۶، ۰,۰۰۷)	۰,۰۴۷۰
مشارکت	(۰,۲۴، ۰,۰۹، ۰,۰۳)	(۰,۱۱، ۰,۰۲۴، ۰,۰۰۴)	۰,۰۴۵۳
تغییر	(۰,۲۴، ۰,۰۸، ۰,۰۳)	(۰,۱۱، ۰,۰۲۱، ۰,۰۰۴)	۰,۰۴۴۳

ب ـ محاسبه درجه چابکی تولید شرکت های فعال در صنعت فولاد خوزستان: داده های بدست آمده از پرسشنامه(ب) با استفاده از نرم افزار وین کیو اس بیی[1] بر اساس روش متوسط موزون فازی تشریح شده در بخش ۲,۲. ۳ تحلیل شدند. برای محاسبه درجه چابکی تولید هر شرکت از مقادیر مختلف $\alpha \in [0,1]$؛ $\alpha = 0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1$ استفاده شده است. α – برش های

1 - Win QSB

مختلف، فواصل مختلف و سطح عدم اطمینان درجات نسبی چابکی تولید شرکت‌ها را نشان می‌دهند. برای مثال، وقتی مقدار α برابر صفر است، طیف درجات نسبی چابکی تولید شرکت‌ها در طیف [کران بالا،کران پایین] قرار می‌گیرد، و وقتی مقدار α برابر با یک است، طیف درجات نسبی چابکی تولید هر شرکتی به سمت یک مقدار تقلیل پیدا می‌کند، که مبین محتمل‌ترین مقدار درجه چابکی نسبی هر شرکت کران بالا و پایین با هم برابر است.

جدول۵ . اوزان شاخص های مرتبط با قابلیت های چابکی تولید در صنعت فولاد خوزستان

شاخص های مرتبط با قابلیت های چابکی تولید	اوزان فازی محلی	اوزان فازی جهانی	اوزان قطعی جهانی
اجرای همزمان فعالیت ها	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۸، ۰,۰۰۳، ۰,۰۰۰۳)	۰,۰۰۲۶۸
تلفیق و یکپارچگی موسسه	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۳)	(۰,۰۴، ۰,۰۰۲، ۰,۰۰۰۳)	۰,۰۱۳۸۱
قابل دسترس بودن اطلاعات برای کارکنان	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۴، ۰,۰۰۲، ۰,۰۰۰۱)	۰,۰۱۴۰۲
سختی کپی برداری از اقدام و اعمال کسب و کار	(۰,۰۷، (.۰۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۰۷، ۰,۰۰۰۳، ۰,۰۰۰۰۲)	۰,۰۰۲۵۴
قابلیت های چندکاره	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۰۷، ۰,۰۰۱۷،۰,۰۰۰۴. ۰,۰۰۰۰۴)	۰,۰۰۰۵۷
تصمیم گیری غیر متمرکز	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۰۳)	(۰,۰۱۴، ۰,۰۰۰۶، ۰,۰۰۰۰۴)	۰,۰۰۵
افراد توانمند فعال در قالب تیم ها	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۰۹)	(۰,۰۳، ۰,۰۰۱۱، ۰,۰۰۰۲۸)	۰,۰۱۰۴۱
تیم های میان وظیفه ای	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۰۹)	(۰,۰۱۲،۰,۰۰۰۵۶، ۰,۰۰۰۰۱۲)	۰,۰۰۴۶۴
تیم‌ها در عرض مرزهای شرکت	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۰۲۲،۰,۰۰۵۲، ۰,۰۰۰۰۸. ۰,۰۰۰۰۸)	۰,۰۰۱۸
آگاهی از فناوری	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۰۰)	(۰,۱۹، ۰,۰۰۷۸، ۰,۰۰۰۰)	۰,۰۰۶۶۷
رهبری در استفاده از فناوری جاری	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۰۹)	(۰,۰۳۳، ۰,۰۰۱۴، ۰,۰۰۰۳۱)	۰,۰۱۱۵۸
فناوری بهبود و ارتقای دانش و مهارت	(۰,۰۷، ۰,۰۳۲، ۰,۰۲)	(۰,۰۱۴، ۰,۰۰۰۶، ۰,۰۰۰۰۲۲)	۰,۰۰۴۹۴
فناوری تولید منعطف	(۰,۰۷، ۰,۰۳۲، ۰,۰۲)	(۰,۰۰۱۴،۰,۰۰۳۱، ۰,۰۰۰۰۵. ۰,۰۰۰۰۵)	۰,۰۰۱۱
کیفیت بر روی زندگی محصولات	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۰۹)	(۰,۰۱، ۰,۰۰۰۴، ۰,۰۰۰۰۰۹)	۰,۰۳۳۴
محصولات با ارزش افزوده اساسی	(۰,۰۷، ۰,۰۳۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۰۸۲،۰,۰۰۰۴، ۰,۰۰۰۰۱۳)	۰,۰۰۲۸۷
طراحی درست برای اولین بار	(۰,۰۳۱،۰,۰۷، ۰,۰۰۹)	(۰,۰۱۵، ۰,۰۰۰۷، ۰,۰۰۰۱۴)	۰,۰۰۵۲۴
زمان کوتاه سیکل توسعه	(۰,۰۳۰،۰,۰۷، ۰,۰۰۹)	(۰,۰۱۷، ۰,۰۰۰۷، ۰,۰۰۰۰۲)	۰,۰۰۵۹۷
فرهنگ تغییر	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۱۲، ۰,۰۰۰۴، ۰,۰۰۰۰۱۹)	۰,۰۰۴۱۴
بهبود مستمر	(۰,۰۷،(.۰۳۳، ۰,۰۲۲)	(۰,۰۲، ۰,۰۰۰۸، ۰,۰۰۰۰۵)	۰,۰۰۷۲۵
روابط مبتنی بر اعتماد با مشتریان و تامین کنندگان	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۰۳)	(۰,۰۴۹، ۰,۰۰۱۷، ۰,۰۰۰۰۱۵)	۰,۰۱۶۷۷
شکل دادن سریع مشارکت ها	(۰,۰۳۳،۰,۰۷، ۰,۰۲۲)	(۰,۰۱۳، ۰,۰۰۰۶، ۰,۰۰۰۰۳)	۰,۰۰۴۵۴
رابطه استراتژیک با مشتریان	(۰,۰۷، ۰,۰۳۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۰۹۵،۰,۰۰۰۴، ۰,۰۰۰۰۱۵)	۰,۰۰۳۳
روابط نزدیک با تامین کنندگان	(۰,۰۳۵،۰,۰۷، ۰,۰۲۲)	(۰,۰۰۸، ۰,۰۰۰۴، ۰,۰۰۰۰۱۸)	۰,۰۲۸۴
واکنش به نیازمندی های در حال تغییر بازار	(۰,۰۷، ۰,۰۳۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۲۰، ۰,۰۰۱، ۰,۰۰۰۰۵)	۰,۰۰۷۱۲
معرفی محصولات جدید	(۰,۰۷، ۰,۰۳۲، ۰,۰۲)	(۰,۰۰۷، ۰,۰۰۰۳، ۰,۰۰۰۰۲)	۰,۰۰۲۵۷

نوآوری به تحریک مشتری	(۰,۰۷، ۰,۰۳۳، ۰,۰۲)	(۰,۰۰۰۲٤، ۰,۰۰۵، ۰,۰۰۰۰۱۳)	۰,۰۰۱۷۷
رضایت مشتری	(۰,۰۳۵، ۰,۰۷، ۰,۰۲۲)	(۰,۰۰۰۳۱، ۰,۰۰۶۳، ۰,۰۰۰۲۳)	۰,۰۰۲۲۱
آموزش و توسعه مستمر	(۰,۰۳٤، ۰,۰۷، ۰,۰۲۲)	(۰,۰۲۸، ۰,۰۰۱٤، ۰,۰۰۰۱٤)	۰,۰۰۹۸۵
سازمان یادگیرنده	(۰,۰۷، ۰,۰۳۲، ۰,۰۲)	(۰,۰۳، ۰,۰۰۱٤، ۰,۰۰۰۱)	۰,۰۱۰۵
افراد منعطف و چند مهارته	(۰,۰۷، ۰,۰۳۵، ۰,۰۲۲)	(۰,۰۳٤، ۰,۰۰۱۸، ۰,۰۰۰۱۸)	۰,۰۱۲۲۹
ارتقای مهارت نیروی کار	(۰,۰۷، ۰,۰۳، ۰,۰۹)	(۰,۰۲۸، ۰,۰۰۱۳، ۰,۰۰۰۰۶)	۰,۰۰۹۶۹
رضایت کارکنان	(۰,۰۷، ۰,۰۳۵، ۰,۰۲۲)	(۰,۰۳۵، ۰,۰۰۱۵، ۰,۰۰۰۰۸)	۰,۰۱۲۱۳

سپس با استفاده از عملگر ارزش مورد انتظار (روش رتبه بندی اعداد فازی)، درجات قطعی چابکی تولید شرکت‌های صنعت فولاد خوزستان محاسبه شدند. نتایج در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول٦. درجات فازی و کریسپ چابکی تولید شرکت های صنعت فولاد خوزستان و رتبه آنها

α- برش ها	کران ها	شرکت های صنعت فولاد خوزستان			
		شرکت فولاد خوزستان	گروه ملی صنعتی فولاد ایران	شرکت لوله سازی اهواز	شرکت فولاد کاویان
۰	کران پایین	۰	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۰۱
	کران بالا	۱	۱	۱	۱
۰,۱	کران پایین	۰,۰۳۳۳	۰,۰۶۱۱	۰,۰۶۱۱	۰,۰۶۱۱
	کران بالا	۰,۹۶۴۶	۰,۹۹۵۳	۰,۹۹۵۳	۰,۹۸۴۸
۰,۲	کران پایین	۰,۰۱۳۱	0.0761	۰,۰۷۶۱	۰,۰۷۶۱
	کران بالا	۰,۹۵۱۸	0.9953	۰,۹۹۵۳	۰,۹۷۴۸
۰,۳	کران پایین	۰,۰۲۶۵	0.1158	۰,۱۱۵۸	۰,۱۱۵۸
	کران بالا	۰,۹۲۰۷	۰,۹۸۹۷	۰,۹۸۹۷	۰,۹۶۱
۰,۴	کران پایین	۰,۰۴۵۸	۰,۱۵۷۳	۰,۱۵۷۳	۰,۱۵۷۳
	کران بالا	۰,۸۸۵۱	۰,۹۸۴۶	۰,۹۸۴۶	۰,۹۴۵۹
۰,۵	کران پایین	۰,۷۲۸	۰,۲۰۱۵	۰,۳۴۰۳	۰,۲۰۱۵
	کران بالا	۰,۸۴۷۵	۰,۹۷۸۱	۰,۹۷۸۱	۰,۹۲۹
۰,۶	کران پایین	۰,۱۰۹۴	۰,۲۴۹۸	۰,۴۰۹۸	۰,۲۴۹۸
	کران بالا	۰,۸۰۳۵	۰,۹۶۹۳	۰,۹۱۴۵	۰,۹۰۹۳

۰٫۷	کران پایین	0.159	0.3053	۰٫۴۷۹۶	۰٫۳۰۵۳
	کران بالا	0.7499	0.959	۰٫۸۹۴۹	۰٫۸۸۷۵
۰٫۸	کران پایین	0.2261	0.3747	۰٫۵۴۸	۰٫۳۷۴۷
	کران بالا	0.6814	0.9435	۰٫۸۷۶۱	۰٫۸۶۱۵
۰٫۹	کران پایین	0.3068	0.476	۰٫۶۲٫۱	۰٫۴۷۶
	کران بالا	0.6077	0.9151	۰٫۸۵	۰٫۸۲۱۷
۱	کران پایین	0.4439	0.6848	۰٫۷۵۱۹	۰٫۶۸۴۸
	کران بالا	0.4439	0.6848	۰٫۷۵۱۹	۰٫۶۸۴۸
درجه قطعی چابکی تولید		۰٫۴۶۷۸۵۵	۰٫۵۹۶۲۳۶	۰٫۶۳۶۴۰۹	۰٫۵۷۵۵۸۲
رتبه شرکت‌ها		۴	2	1	3

نتیجه گیری و پیشنهادات

چالش‌های قرن بیست و یکم ـ فشارهایی در زمیه حفظ قدرت رقابت‌پذیری و افزایش قابلیت‌های تولیدی، انعطاف‌پذیری تولید، قیمت، سرعت، خدمات، تحویل و تضمین آن و کیفیت را ؟ و کارها وارد نموده و آنها را ملزم به مهندسی مجدد و تجدید ساختار کرده است. چابکی تولید با توانایی سازمان‌ها برای بقا و موفقیت در محیط رقابتی غیر قابل پیش بینی و دائم در حال تغییر ارتباط دارد. این توانایی نه تنها موضوع انعطاف پذیری و پاسخگویی است، بلکه به معنای عرضه محصولات با کیفیت بالا به هزینه کم، با خدمات بهتر و شرایط تحویل بهتر است. در این مقاله، یک مدل سلسله مراتبی ارزیابی و سنجش سطح چابکی تولید مبتنی بر رویکردفازی و در صنعت فولاد خوزستان اجرا گردیدکه در ادامه به نتایج مهم و برجسته آن اشاره می‌گردد:

الف. از میان ابعاد استراتژیک چابکی تولید، کنترل و مهار تغییرات و عدم اطمینان، رتبه یک را به خود اختصاص داده است. این نتیجه نشان می‌دهد که آنچه محرک و نیروی رانش شرکت‌ها به سمت چابکی است، تغییر و عدم اطمینان‌های ذاتی و لاینفک محیط‌های کسب و کار جهانی می‌باشد. سازمان‌های امروزی باید در یک محیط رقابتی با پویایی بالا و دستخوش تغییرات درونی و بیرونی فعالیت کنند و برای مانور دادن در چنین محیطی و حتی رشد و موفقیت، باید نه تنها با محیط در حال تغییر انطباق پیدا کنند، بلکه باید تغییرات را غنیمت شمرده و از آنها برای کسب

برتری رقابتی استفاده کنند. بر اساس نتایج تحقیق، دومین بُعد راهبردی چابکی تولید و مبنای رقابت‌پذیری در اقتصاد دانشی، غنی سازی مشتری است. امروزه مشتریان به واسطه وجود و بهره برداری از فناوری های ارتباطات و اطلاعاتی بیش از هر زمان دیگری قدرت چانه زنی پیدا کرده‌اند و می‌توانند با تاکتیک‌های مختلفی مانند تبلیغات مثبت یا منفی، منافع یا هزینه‌های فراوانی برای سازمان‌های تولیدی / خدماتی ایجاد کنند. لذا فهم سریع و تأمین نیازمندی‌های منحصر به فرد آنها در اقتصاد دانشی و نوآوری ضروری است. لازمه بهره برداری از تغییرات و فرصت‌های برآیندی آن و یا مقابله با تهدیدهای برخاسته آن، داشتن نیروی انسانی توانمند، فرهیخته، مستعد، راضی، با روحیه و وفادار از یک سو و متمایل به همکاری برای افزایش رقابت‌پذیری از سوی دیگر است. سرمایه انسانی سازمان (کارکنان فرهیخته، مستعد و توانمند) مهمترین دارایی راهبردی آن است، که می‌تواند به از طریق خلاقیت و نوآوری به سازمان در تولید ایده‌های جدید، کسب دانش، تولید دانش، کاربرد دانش در محصولات و خدمات برای مشتریان سازمان، ارزش فزآینده‌ای ایجاد کنند، که برای همه ذینفعان درونی و بیرونی سازمان ارزش ایجاد می‌کند. نهایتاً بعد همکاری برای افزایش رقابت پذیری در تولید چابک و سازمان های تولیدی از اهمیت زیادی برخوردار است. این همکاری علاوه بر همکاری واحدهای مختلف یک سازمان برای تولید محصول خدمت جدید، می‌تواند از طریق همکاری گسترده با عوامل برون سازمانی مانند مشتریان و تامین کنندگان در قالب یک تیم یا رویکرد مهندسی همزمان توسعه یابد که با تلفیق دانش مشتریان، تامین کنندگان و منابع انسانی سازمان، محصول جدید و ارزش افزایی برای مشتریان توسعه دهند.

ب. نتایج تحقیق نشان داد که قابلیت‌های چابکی تولید نظر تلفیق و یکپارچگی، آموزش و پرورش کارکنان، شایستگی، بازار، فناوری، کیفیت، تیم سازی، مشارکت، رفاه و تغییر به ترتیب رتبه‌های ۱ تا ۹ را به خود اختصاص داده‌اند. از این نتیجه استنباط می‌گردد که یک سازمان تولیدی برای فعالیت در اقتصاد دانشی و در نتیجه افزایش قدرت رقابت پذیری خود در محیط های متلاطم، متغیر و غیر قابل پیش بینی باید ابتدا به مساله تلفیق و یکپارچگی و ایجاد پیوند بین واحدهای سازمانی

و کمرنگ کردن حوزه‌های وظیفه‌ای مختلف خود از یک سو و ایجاد ارتباط با مشتریان، تامین کنندگان و کسب و تلفیق دانش آنها در توسعه محصولات / خدمات جدید از سوی دیگر بپردازد. بر اساس نتیجه تحقیق، آموزش و پرورش دومین قابلیت مهم برای چابک سازی و چابک نگهداشتن یک سازمان تولیدی است که تنها از طریق توسعه مهارت‌ها، تخصص‌های کارکنان و نیز توانمندسازی آنها برای اتخاذ تصمیمات مهم انجام می‌شود. همچنین طبق نتیجه تحقیق، شایستگی یک قابلیت مهم برای صنعت فولاد خوزستان پس از تلفیق، یکپارچگی و آموزش و پرورش کارکنان محسوب می‌شود. بر طبق رویکرد منبع مدار، شایستگی‌های یک سازمان در حوزه‌های مختلف می‌تواند آن را از سایر رقبا متمایز و در بازار رقابتی متفاوت سازد. شایستگی زمانی می‌تواند منبع برتری رقابتی باشد که از چهار مشخصه نادر، ارزشمند، غیرقابل جایگزین (یا جایگزینی آن دشوار و گران باشد) و غیر قابل کپی بودن (کپی برداری آن به سختی و دشواری انجام شود) برخوردار باشد. همچنین نتیجه تحقیق نشان داد که بازار، درک و فهم آن و نیز شناخت بازار و توانایی واکنش سریع به تغییرات آن یک قابلیت چابکی مهم و دارای رتبه چهارم در صنعت فولاد خوزستان است. شاید سازمان‌های تولیدی متفاوتی وجود دارند که از شایستگی‌های همسانی برخوردارند اما در عرصه بازار موفق نبوده‌اند. همچنین سه قابلیت چابکی یعنی تیم سازی، مشارکت، رفاه و سعادت در صنعت فولاد خوزستان رتبه‌های آخر را به خود اختصاص داده اند، که نشان می‌دهد علیرغم اهمیت به کار تیمی و مشارکت افراد در توجه اندکی به آنها معطوف شده است. بالاخره عامل تغییر در صنعت فولاد خوزستان، آخرین رتبه را به خود اختصاص داده که نمایانگر ضعف قابلیت و توانش تغییر و انعطاف پذیری این صنعت در پاسخگویی به تغییرات محیطی است.

ج. از میان سی شاخص زیر مجموعه قابلیت‌های چابکی تولید، شاخصهای روابط مبتنی بر اعتماد با مشتریان و تامین کنندگان، قابل دسترس بودن اطلاعات برای کارکنان، تلفیق و یکپارچگی موسسه، افراد منعطف و چند مهارته، رضایت کارکنان، رهبری در استفاده از فناوری‌های جاری، سازمان یادگیرنده، ارتقای

مهارت نیروی کار، آموزش و توسعه مستمر و افراد توانمند فعال در قالب تیم‌ها به ترتیب رتبه‌های یک تا ده را به خود اختصاص داده اند. با کمی تامل و تفکر بر روی عوامل مذکور می توان نتیجه گرفت که این عوامل بر روی ماهیت انسانی ـ اجتماعی سازمان و نیز مهارت های ارتباطی ـ اطلاعاتی سازمان در برقراری ارتباط با مشتریان درونی سازمان از یک سو و محیط از سوی دیگر تاکید دارد.

د. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که شرکت لوله سازی اهواز دارای بیشترین درجه چابکی تولید (۰,۶۴) و شرکت فولاد خوزستان دارای کمترین درجه چابکی تولید (۰,۴۷) بوده‌اند که به ترتیب رتبه‌های یک و چهار را به خود اختصاص داده‌اند.

در پایان، بر اساس نتایج تحقیق می توان پیشنهادات کاربردی زیر را برای چابک سازی صنعت فولاد خوزستان ارائه نمود: الف (۱) ترویج و توسعه فرهنگ تغییر، نوآوری و کارآفرینی و در نتیجه مدیریت اثربخش تغییر برای کنترل و مهار تغییرات و عدم اطمینان. (۲) مدیریت ارتباط با مشتری، مدیریت دانش مشتری، مدیریت ارتباط با تامین کنندگان و در نتیجه مدیریت دانش سازمان می‌تواند به توسعه همکاری‌ها، تلفیق و یکپارچگی سازمان به منظور افزایش بیشتر غنای مشتری متغیر می‌شود. (۳) هوشمند ساختن سازمان از طریق استفاده راهبردی از اطلاعات و افراد از طریق طراحی و کاربرد سیستم‌های اطلاعاتی یکپارچه و جامع راهبردی. (۴) طراحی و توسعه سیستم‌های بازارگرایی و بازاریابی مشارکتی به منظور شناخت نیازهای در حال تغییر مشتریان. در پایان به عنوان پیشنهادی برای تحقیقات آتی توصیه می گردد به منظور اتخاذ تصمیمات اثربخش برای چابک سازی یک سازمان، یک مدل پویای فازی هوشمند برای سنجش و ارزیابی سطح چابکی تولید جاری و نیاز به چابک شدن سازمان طراحی گردد.

منابع و مآخذ

[1] Adeleye, E.O., Yusuf, Y.Y., Towards agile manufacturing: Models of competition and performance outcomes. International Journal Systems and Management. 1(1), 2006, pp. 93-110.

[2] Arteta, B.M., Giachetti, R.E.,A measurement of Agility as the complexity of the enterprise system.Robatics and Computer-Integrated Manufacturing, 20(6) ,2004 ,pp. 495 -503.

[3] Bunce, P., Gould, P., From lean to agile manufacturing, IEE olloquium (Digest), (278) 3/1-3/5,1996.

[4] Cao, Q., Dowlatshahi, S., The impact of aligenment between virtual enterprise and information technology on business performance in an agile manufacturing environment, Journal of Operations management 23 (5) 2005, pp. 531-550.

[5] Chen,Y.,Fung,R.Y.K., Tang,J.,Rating technical attributes in fuzzy QFD by Untegrating fuzzy weighted average method and fuzzy expected value operator. European Journal of Operational Research, 174, 2006, pp.1553 - 1566.

[6] Christopher, M., The agile supply chain-competing in volatile markets. Industrial marketing Management .29, 2000, pp. 37-44.

[7] [7] Dove, R.,Response Ability: the Language, Structure, and Culture of the Agile Enterprise.Wiley.New York, 2001

[8] Fliedner, D. & Vokurka, R. J., Agility: Competitive weapon of the 1990s and beyond? Production and Inventory Management Journal, 38 (3) 1997, pp.19–24

[9] Goldman, S. L., Negel,R.N., Preiss, K, Agile Competitors and Virtual organization. Strategy for Enriching the customer,Van Nostrand, Reinhold. USA,1995.

[10] Goldman,S.L., Nagel,R.N.,Management, technology and agility: the emergence of a new era in manufacturing ,International Journal of Technology anagement, (1/2), 1993, pp.18 -38.

[11] Gunasekaran,A., Agile manufacturing: enablers and an implementation framework. International Journal of Production Research. 36 (5), 1998, pp. 223-1247.

[12] Gunasekaran.A. & Yusuf,Y.Y.,Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and technological imperatives. International Journal of Production research, 40 (6) ,2002, pp. 1357-1385.

[13] Hayes, R.H. & Wheelwright,S.C., Restoring our competitive Edge: Competitive through Manufacturing, John Willey & Sons, New York,NY,1985.

[14] Ismail,H.S., Snowden,S.P.,Poolton,J., Ried,L.R.,Arokiam,I., Agile manufacturing framework and Practice, International Journal Agile Systems and Management. 1(1) , 2006,pp.11-28

[15] James, T., Stepping back from. IEEE Manufacturing engineer, 84 (1), 2005, pp.16-21.

[16] Jin-Hai,Li ., Anderson,A.R., & Harrison,R.T.The evolution of agile manufacturing, Business process management Journal, 9 (2), 2003, pp.170-189

[17] Kao,C., Liu,S.T., Fractional programming approach to fuzzy weighted average, Fuzzy Sets and Systems,120,2001,pp.435-444.

[18] Katayama, H. & Bennett,D., Agility, adaptability and leanness: a comparison of concepts and a study of practice, International journal of production economics,60- 61,1999,pp. 43-51.

[19] Kahraman, C., Beskese, A., & Ruan, D., Measuring flexibility of computer integrated manufacturing systems using fuzzy cash flow analysis. Information systems, 168,2004, pp. 77–94.

[20] Kidd, P.T.,Agile Manufacturing:Forging New Frontiers, Addison-Wesley,Reading M.A,1994.

[21] Khorshid, S., locas, K., Memariiyani, A., A fuzzy approach for integrating experts judgment in MCDM. In proceeding of the 4th Seminar on Fuzzy Sets and applications,May28- 29,2003, university of Nazandaran, Babolsar, Iran.

[22] Lin,C.-T., Chiu,H., Chu, P.-Y., Agility index in the supply chain, International Journal of Production Economics.100 (2) ,2006 a, pp. 285-299.

[23] Lin, C.-T., Chiu, H., Tseung,.-H., Agility evaluation using fuzzy logic, International Journal of Production Economics, 101 (2), 2006 b, pp. 353-368.

[24] Narasimhan, R; Swink, M; Kim, S.W.,Disentangling Leanness and agility: An empirical Investigation, Journal of Operation Management, 24,2006,pp. 440-457

[25] Naylor, J.B., Naim, M. M., Berry, D., Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigm in the total supply chain. International Journal of Production economics, 62, 1999, pp.107-118.

[26] 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, 2003,pp. 305-318.

[27] Ren, J., Yusuf, Y.Y.,Burns, N.D.,A prototype of Measurement system for agile enterprise, In:International Conference on Quality,Reliability, and maintenance.Oxford .UK.2000, pp.247-252.

[28] Sharifi, H., Zhang, Z.,Agile manufacturing in practice-Application of the Methodology, International Journal of Operations and Production Management 21 (5/6), 2001, pp.772–794

[29] Toffler, A., Fuyure Shock, Pan Books, London, 1997.

[30] Tolone, W. J., Virtual situation rooms: Connecting people across enterprises for supply chain agility, Computer Aided Design, 32, 2000, pp. 109–117.

[31] Tsourveloudis, N.C., Valavanis, K.P., On the measurement of enterprise agility, Journal of Intelligence and Robatic Systems, 33(3), 2002, pp ..329-342.

[32] Van hoek,R.I., Harrison,A.,Christopher,M., Measuring agile capabilities in the supply chain. International Journal of Operations and production, 21 (1/2), 2001, pp.126-147.

[33] Vazquez-Bustelo,D.,Avella,L., Agile manufacturing: industrial case studies in Spain, Technovation, 26, 2006, pp.1147-1161.

[34] Vazquez-Bustelo,D.,Avella,Fernandez,E.,Agility drivers,enablers,and outcomes, International Journal of operations & prodection management, 27 (12), 2007, pp. 1303-1332.

[35] Yusuf, Y.Y., Adeleye, E. O., A comparative study of lean and agile manufacturing with related survey of current practices in the UK. International Journal of Production Research, 40 (17), 2002, pp. 4545-4562.

[36] Yusuf, Y., Sarhadi, M., Gunasekaran, A., Agile manufacturing: the drivers, concepts and Attributes. International Journal of Production Economics, 62, 1999, pp. 33-43.

[37] Zadeh, L.A., Fuzzy sets, Information and ontrol, 8(3), 1965, pp.338–353.

[38] Zadeh, L.A., Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility, Fuzzy Sets and Systems, 1,1978,pp.3-28.

[39] Aerpour, N., Rabbani,M., Gharehgozli,A.H., Tavakkoli-Moghahaddam, R., Make-to-order or make-to-stock decision by a novel hybrid approach, Advancing Engineering Informatics,22, 2008, pp. 186-201.