فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج - سال پنجم / شماره ۱۱ / بهار ۱۳۸۹

سنجش و رتبه‌بندی قابلیت‌های تولید چابک در صنعت فولاد خوزستان با متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی

صدیقه خورشید

استادیار مدیریت سیستم، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت- اقتصاد، دانشگاه سمنان m41847@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱ ❋ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۸

چکیده

چابکی به عنوان یک استراتژی برای توانمند سازی سازمان های تولیدی به منظور حفظ مزیت رقابتی آنها در یک محیط متلاطم مطرح شده است. هرچند تحقیقات بسیاری در مورد اینکه "چابکی چیست؟ و چگونه شرکت ها می توانند چابک شوند؟" انجام شده است. اما تحقیقات اندکی درباره سنجش و ارزیابی چابکی یک سازمان تولیدی وجود دارد.اتخاذ تصمیمات و برنامه ریزیهای مرتبط با چابک سازی یک سازمان مستلزم تعیین سطح چابکی تولید با توجه به قابلیت‌های چابکی تولید است.

در این مقاله، یک متدولوژی برای سنجش و ارزیابی چابکی تولید با ملاحظه قابلیت های چابکی از طریق تلفیق رویکرد تحلیل سلسله مراتبی[1]، منطق فازی، و تکنیک آنتروپی بسط داده شده است. این متدولوژی در صنعت فولاد خوزستان اجرا شده است. نتایج تحقیق نشان داد که دو قابلیت تولید چابک "آموزش و پرورش" و "شایستگی" به ترتیب بیشترین و کمترین امتیازکسب کرده اند.

واژه‌های کلیدی:

چابکی؛ تولید چابک؛ نظریه مجموعه فازی؛ تکنیک آنتروپی، تحلیل سلسله مراتبی.

[1]- Analytic hierarchical process

۱- مقدمه

محیط صنعتی در طی دو دهه گذشته با تغییرات سریع بی‌سابقه و بنیادین غیر قابل پیش بینی در فنآوری، شرایط بازار و نیازمندی های مشتری مواجه بوده است. در مقابل این زمینه رقابتی جدید، سازمان های زیادی، درک و شناخت مجدد شایستگی های متمایز خود را آغاز کرده اند و اقدامات و ابزارهای متفاوتی را مانند اتوماسیون، سیستم‌های تولید منعطف، مهندسی همزمان، مدیریت کیفیت جامع، برون سپاری استراتژیک و مشترک، رقابت مبتنی بر زمان، مهندسی مجدد فرآیندهای کسب و کار، شاخص گذاری، سفارش انبوه و... برای بهبود رقابت جویی خود پذیرفته اند. پذیرش همه این اقدامات و ابزارها به‌وسیله جامعه تحقیقی و دانشگاهی برای شکل دادن بخشی از پارادایم تولید جدید بر اساس چابکی مورد ملاحظه قرار گرفته است که به عنوان تولید چابک شناخته شده است.

تولید چابک، یک مدل تولید جدید است که از تغییرات در محیط منتج می گردد(گلدمن و دیگران[۲]،۱۹۹۵). تولید چابک، مدل منعطفی است که می تواند به سرعت با تغییرات در محیط کسب و کار انطباق یابد و نیازهای مشتریان آگاه، مطلع و متوقع را تأمین کند. آن نوآوری ها در تولید، فنآوری های اطلاعات و ارتباطات را با طراحی مجدد بنیادین سازمانی واستراتژی های بازاریابی جدید پیوند می دهد(گاناسکاران[۳]،۱۹۹۹)، و پتانسیل و توانش عظیم و کلان برای کاهش هزینه های تولید، افزایش سهم بازار، تأمین نیازهای مشتریان، کوتاه کردن زمان برای بازار، حذف فعالیت های ارزش نیفزا، و افزایش و تقویت رقابت جویی تولید دارد(گوناس کاران،۱۹۹۹). محققان زیادی، آن را یک شرط لازم برای رقابت در آینده(شریفی،۲۰۰۱)، و نیازمندی نهایی برای کارکرد تولید کلاس جهانی دانسته اند(هرمزی،۲۰۰۱). در واقع، آن به‌طور بالقوه، راهی برای وضعیت تولید کننده کلاس جهانی است(یوسف و آدییلیه[۴]،۲۰۰۲).

در حالی که تحقیقات زیادی در باره "چابکی" چیست و "چگونه شرکت ها می توانند چابک شوند"، وجود دارد؛ کار اندکی بر روی سنجش چابکی یک شرکت و تعیین درجه چابکی آن بر حسب قابلیت های چابکی انجام شده است. در واقع، تصمیمات و برنامه ریزی استراتژیک برای چابک شدن یک شرکت نیازمند سنجش و ارزیابی درجه چابکی آن با ملاحظه قابلیت های چابکی و محرک های چابکی است.

این مقاله با هدف کمک به مدیران صنعت فولاد در اتحاذ تصمیمات چابک سازی در نظر دارد یک متدولوژی مبتنی بر تکنیک آنتروپی فازی سلسله مراتبی برای سنجش و ارزیابی چابکی تولید صنعت فولاد خوزستان با ملاحظه قابلیت های تولید چابک و شاخص های زیر مجموعه آنها ارائه دهد. مابقی مقاله به شرح ذیل سازماندهی می شود: در بخش دوم، مبانی نظری چابکی تولید/ تولید چابک مرور می گردد. بخش سوم به شرح مختصر و موجز نظریه مجموعه فازی و تعاریف و عملیات فازی به‌کار رفته در این مقاله اختصاص یافته است. در بخش چهارم، متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی تشریح می گردد. بخش پنجم به روش شناسی تحقیق اختصاص یافته است. بخش ششم به یافته های تحقیق و نتیجه گیری می پردازد.

۲- مبانی نظری تحقیق

۲-۱- مفهوم تولید چابک

مفهوم تولید چابک ابتدا در گزارش استراتژی مؤسسه تولید مرکزی منتشرشده در انستیتوی آیکوکا در دانشگاه لیهایت آمریکا ظاهر شد. مفهوم تولید چابک از مفاهیم تولید منعطف، تولید ناب، رقابت مبتنی بر زمان و نوآوری چرخه سریع متمایز است. تولید چابک، یک مفهوم چند بعدی است که مؤلفان محتلف را به استنتاج و ارائه تعاریف خود از چابکی هدایت کرده است. هر مؤلفی کوشش کرده است که بر یک وجه خاص آن تأکید کند(جین های و دیگران[۵]،۲۰۰۳). برای مثال، دوو و همکارانش[۶] تولید چابک را توانایی یک تولید کننده کالاها و خدمات برای عمل

[2]- Goldman et al
[3]- Gunasekaran
[4] - Yusuf & Adeleye

[5]- Jin-Hai et al
[6]- Dove et al

کردن به طریقه سودآور در یک محیط رقابتی با تغییرات مستمر و پیش بینی نشده تعریف می کنند. در واقع تولید چابک، مقیاس کوچکتر، امکانات تولید مدولار و همکاری بین مؤسسات را در بر می گیرد. در یک مفهوم فنی تر، کویین و همکارانش[7] تولید چابک را توانایی تحقق تغییر و تحول سریع از مونتاژ یک محصول به مونتاژ محصول متفاوت دیگری تعریف می کند. گلدمن و همکارانش تولید چابک را به داشتن ابعاد استراتژیک- غنی کردن مشتری، همکاری درونی و برونی برای ارتقای رقابت‌جویی، سازماندهی برای انطباق با تغییر و رشد کردن بر اساس تغییر و عدم اطمینان، اهرم سازی تاثیر افراد و اطلاعات به‌وسیله پرورش یک فرهنگ کارآفرینی در شرکت تعریف کرده اند. گاناسکاران، تولید چابک را توانایی بقا و موفقیت در یک محیط رقابتی تغییر مستمر و غیر قابل پیش بینی به‌وسیله واکنش سریع و اثربخش به بازارهای در حال تغییر، برانگیخته شده به‌وسیله محصولات و خدمات مشتری محور تعریف می کند. گلدمن و ناگل ملاحظه کردند که تولید چابک، طیف کاملی از فنآوری های تولید منعطف به موازات درس های فراگرفته شده از مدیریت کیفیت جامع، تولید به هنگام و تولید ناب جذب و همگون می کند. یوسف و همکارانش اظهار نمودندکه مفهوم تولید چابک مدیون پیشرفت ها در فنآوری ارتباطات و پارادایم های پیشین تولید است، اما آن بیش از یک سازه آمیزه ای فنآوری و روش های پیشین تولید است. حتی اگر چابکی هر کدام از مدل ها و پارادایم های تولید برای تولید چابک را رد نکند، نمی تواند به‌طور رادیکال و اساسی از آنها متفاوت باشد. در مجموع می توان تولید چابک را به صورت ذیل تعریف نمود: یک سیستم تولید با قابلیت فوق العاده و استثنایی برای تأمین نیازهای در حال تغییر سریع بازار، سیستمی که می تواند به سرعت در میان مدل های تولید یا بین خطوط تولید، به‌طور ایده آل در زمان واقعی به تقاضای مشتری واکنش نشان دهد و تغییر کند.

عنصر ضروری این مدل تولید جدید، که در همه تعاریف وجود دارد، این است که آن از تولید انبوه بسیار متفاوت است(شریدان[8]،۱۹۹۳). مؤلفان متعددی به تولید چابک بر اساس عناصر سیستم های تولید موجود مانند تولید ناب یا بر اساس نسخه های بهبود یافته آنها توجه کردند. اگرچه تولید ناب سبب بهبود در مدل تولید انبوه شده است، تولید چابک به تولید انبوه پایان داده است، همچنانکه آن به میزان زیادی محصولات سفارشی بر طبق سفارش و به هنگام نیاز تولید می کند. تولید ناب با مدل تولیدی شناسایی می شود که با وجود شرایط پایدار و ثابت می تواند به‌طور موثر عمل کند در حالی که تولید چابک برای شرایط متلاطم به علت پاسخگویی های استراتژیک و عملیاتی آن مناسب تر ومقتضی تر است. اما برخی تفاوت های مهم نیز بین آنها وجود دارد(بوث و همر[9]،۱۹۹۵). تولید چابک با یک رویکرد منعطف تر به سمت همکاری و تشریک مساعی بین شرکتی و توسعه مهارت های خلاق به‌وسیله مدیریت و نیروی کار، تولید یک سازمان، انطباق پذیر، رقابتی و نوآورانه شناسایی می شود. آن نیازمند یک دیدگاه کلی نسبت به شرکت(رس[10]،۱۹۹۷) و یک موضع استراتژیک جدید با ملاحظه عملیاتی است که باید به سمت انطباق فعالانه با تغییر جهت گیری کند و می تواند به‌وسیله تلفیق سه منبع- فنآوری، مدیریت و نیروی کار- در یک سیستم هماهنگ و به هم وابسته حاصل گردد(مای ده و سرکیس[11]،۱۹۹۹). همچنین تفاوت هایی با ملاحظه اهداف تعقیب شده به‌وسیله هر کدام از این مدل ها وجود دارد. تولید ناب، پاسخگویی را تحت الشعاع حداکثر کارایی و بهره‌وری (به‌وسیله کاهش ضایعات) قرار می دهد، در حالی‌که تولید چابک برای کارایی و پاسخگویی اهمیت همسانی قائل است(یوسف و دیگران[12]،۱۹۹۹). در کل، محققان ملاحظه می کنندکه تولید چابک به شکل یک مدل تولید جدید برای رفع محدودیت های تولید ناب پدیدار شده است(آدییلیه و یوسف[13]،۲۰۰۶).

بنابراین، تولید چابک، ترکیب کارایی تولید ناب با انعطاف‌پذیری عملیاتی مدل منعطف را هدف قرار می دهد در حالی که راه حل های سفارشی با هزینه تولید انبوه تحویل می‌دهد. بدین دلیل، تولید کنندگان چابک،

7- Quinn et al
8- Sheridan
9- Booth & Hammer
10- Roth
11- Meade & Sarkis
12- Yusuf et al
13- Adeleye & Yusuf

تولیدکنندگان منعطف ملاحظه می شوند که می توانند محصولات با کیفیت بالا، با هزینه اندک، با خدمات بهتر و زمان های تحویل کوتاه تر عرضه کنند(جین[۱۴]، ۲۰۰۱). در عمل، تولید چابک می تواند به‌وسیله تلفیق سازمان ها، افراد و فنآوری در درون یک واحد معنی دار به‌وسیله آرایش و استفاده از فنآوری های پیشرفته اطلاعاتی و ساختارهای سازمانی منعطف برای حمایت از افراد ماهر و کاردان، مطلع، باانگیزه و مشتاق حاصل گردد(گوناسکاران،۱۹۹۹).

۲- ۲- چارچوب های مفهومی و نظری توسعه تولید چابک

دستیابی به چابکی تولید، و چابک کردن تولید، یکی از دغدغه های گردانندگان سازمان های تولیدی، و نیز محققان در این حوزه بوده است. از این رو مدل ها و چارچوب های مفهومی زیادی برای توسعه تولید چابک از سوی محققان ارائه شده است. نگاره(۱) برخی از متدولوژی‌ها و چارچوب های نظری و مفهومی ارائه شده توسط محققان برای توسعه تولید چابک/چابکی تولید را نشان می‌دهد.

۲- ۳- شاخص های سنجش و اندازه گیری تولید چابک

مطالعات متعددی در زمینه تولید چابک، متریک ها و شاخص های اندازه گیری برای تولید چابک طرح کرده اند . دو نوع شاخص اندازه گیری تولید چابک وجود دارد: الف– شاخص های اندازه گیری عملیاتی برای تحقیق تجربی.

نگاره۱. چارچوب‌های اصلی توسعه تولید چابک

مولف	توصیف چارچوب و مدل مفهومی تولید چابک
گلدمن و همکاران	چهار بعد استراتژیک برای دستیابی به قابلیت‌های رقابتی چابک بشرح ذیل پی‌ریزی نمودند: الف: غنی-سازی مشتری، ب: همکاری به منظور بهبود و ارتقای رقابت، ج: کنترل و مهار تغییرات، د: کاربرد اهرمی (افزایش تاثیر) افراد و اطلاعات
جاکسون و جوهانسون	از نظر ایشان، چابکی بر اساس چند قابلیت یافت شده در سه بعد اساسی مؤسسه –بعد تولید، بعد محصول و بعد بازار– قرار دارد. آن‌ها، قابلیت‌های چابکی را به چهار بعد ذیل تقسیم می‌کنند: الف: قابلیت‌های تغییر مرتبط با محصول، ب: شایستگی تغییر در درون عملیات، ج: همکاری درونی و بیرونی، د: افراد، دانش و خلاقیت
یوسف و همکاران	مبانی رقابتی چابکی را به‌شرح ذیل شناسایی نمودند: الف: سرعت، ب: انعطاف‌پذیری، ج: نوآوری، د: کیفیت، ذ: سودآوری، ر: رفتار و اقدام فعالانه و پیش‌گیرانه. از نظر آن‌ها مبانی رقابتی فوق مطلقاً ویژگی‌های ضروری تولید چابک هستند که باید در سینرژی و هم‌افزایی تحقق یابند. آن‌ها سه وجه چابکی را با سطوح مختلف مؤسسه مرتبط نمودند: الف: چابکی مقدماتی با منابع سازمان (افراد، ماشین-آلات، و مدیریت)، ب: چابکی خرد مؤسسه، ج: چابکی کلان با سطح بین مؤسسه‌ای، این چارچوب، چهار مفهوم اساسی تولید چابک را پوشش می‌دهد: الف– مدیریت شایستگی‌های بنیادین، ب: شکل‌گیری مؤسسه مجازی، ج: قابلیت برای آرایش مجدد، د: مؤسسه دانش مدار
شریفی و همکاران	شریفی و همکارانش، چهار وجه اصلی تولید چابک را شناسایی نمودند: الف: محرک‌های چابکی، ب: قابلیت‌ها و توانایی‌های استراتژیک،ج: فراهم کنندگان چابکی، د: قابلت‌های چابکی.
وازکویز، باس‌تلو و همکاران	براساس مدل‌های چابکی پیشین، مرور ادبیات تحقیق و تحلیل چند مطالعه موردی، مفهومی از تولید چابک ارائه دادند که به توانسازهای چابکی (اقدامات و اعمال تولید چابک) به‌شرح ذیل اشاره نموده اند: الف: منابع انسانی چابک، ب: تلفیق و یکپارچگی زنجیره ارزش، ج: مهندسی همزمان، د: فنآوری‌های چابک، د: مدیریت دانش.
گاناسکاران	یک مدل مفهومی برای توسعه یک سیستم تولید چابک ارائه دادند که از چهار مؤلفه تشکیل شده است: الف: سیستم‌ها. ب: استراتژی‌ها ج: فنآوری‌ها د: افراد

[14]- Jain,N.K & Jain,V.K

ب- شاخص های اندازه گیری ساختاری برای بازنمایی‌های ریاضی. شاخص های اندازه گیری چابکی عملیاتی ابتدا توسط فروم بررسی شدند. فروم[۱۵]، ابتدا چهار بعد استراتژیک رقابت چابک را مطرح کرد ، که بعد توسط گلمن و همکارانش بسط یافت. دوو سنجش و اندازه گیری چابکی را در کنترل قابلیت یک فرآیند برای نشان دادن واکنش به یک تعییر پیش بینی نشده مفید دانست. میتیس و همکارانش[۱۶] حوزه های تجربه و خبرگی تغییر معرفی شده توسط دوو را به شبکه بندی چابک بسط دادند، که به عنوان یک متریک تولید چابک به‌کار رفته است.ون هووک و دیگران[۱۷] از نمایه شاخص چابکی یکپارچه و شاخص موزون چابکی استفاده نموده اند. نمایه شاخص چابکی به صورت ترکیب سطوح قوی قابلیت های چابکی تعریف می‌شود، و شاخص موزون چابکی به معنای وزن دادن به قوت هر قابلیت چابکی بر حسب درحه اهمیتش است (یانگ و لی[۱۸]،۲۰۰۲). از این رو، کومار و موت وانی[۱۹] شاخص اندازه‌گیری عملیاتی دیگری از تولید چابک ، نمایه چابکی را توسعه دادند. این نمایه برای تعیین اثربخشی یک شرکت برای رقابت کردن بر اساس عنصر زمان به‌کار رفته است. نمایه چابکی، ارزش و مقدار ترکیبی موضع چابکی استراتژیکی یک شرکت را بر روی یک مقیاس درصدی تعیین می کند. نمایه چابکی به‌طور تجربی توسط مارتیز[۲۰] تست شده است. وی رویکرد حسابرسی برای انجام یک مطالعه متمرکز را از ۸۰ تولید کننده وسائل رسانه ای پذیرفت. اما رویکرد نمایه چابکی بر اساس ایده ای قرار دارد که چابکی یک شاخص مستقیم از رقابت جویی مبتنی بر زمان یک شرکت است، که در واقع تنها یک بعد تولید چابک بود. یوسف و آدیلییه با تحلیل تطبیقی تولید چابک و تولید ناب به توسعه و تشریح شاخص های اندازه گیری قابلیت های چابکی ارزیابی شده درتحقیق توجه زیادی نکرده اند. اما آنها طرح نموده اند که چابکی می تواند به‌وسیله هزینه اندک و پایین، کیفیت، سرعت، قابلیت وابستگی، تنوع تولید، انعطاف پذیری و رهبری در محصولات فنآوری جدید اندازه گیری شود. آرتلا و گیاچیتی[۲۱] از مفهوم پیچیدگی به عنوان یک شاخص اندازه‌گیری جایگزین مفهوم چابکی استفاده نمودند. لین و همکارانش[۲۲] و تسور ویلودیس و والاوانیس[۲۳] بیان نمودند وقتی در شاخص های چابکی و تعاریف چابکی، ابهام و نادقیقی وجود دارد؛ واژه ها و اصطلاحات زبانی و منطق فازی، رویکردهای متداول تر و مناسب تری برای ارزیابی و سنجش چابکی هستند. به منظور حل این مسأله، آنها چارچوب دانش مدار منطق فازی مشتمل بر چهار ساختار چابکی تولید – تولید، بازار،افراد واطلاعات طرح نمودند. سپس پارامترها و شاخص های اندازه گیری برای هر ساختار اصلی تعریف نمودند. لین و همکارانش یک شاخص و نمایه چابکی مبتنی بر منطق فازی برای تولید محصول سفارش انبوه توسعه دادند. همچنین لین و همکارانش سه قابلیت اصلی چابکی- چابکی مدیریت سازمانی، چابکی طراحی محصول، چابکی تولید محصول را شناسایی نمودند و برای هر کدام از آنها، معیار های خاصی طرح کردند. شریفی و ژانگ به چهار مقوله اصلی قابلیت چابکی– پاسخگویی، شایستگی، انعطاف‌پذیری، سرعت اشاره کردند. یوسف و همکاران از تلفیق، شایستگی، تیم‌سازی، فنآوری، کیفیت، تغییر، مشارکت، بازار، آموزش و پرورش، رفاه و خوشبختی به عنوان هفت قابلیت تولید چابک نام بردند. شریهای و همکاران به انعطاف پذیری، پاسخگویی، فرهنگ تغییر، سرعت، تلفیق و یکپارچگی و پیچیدگی اندک، کیفیت بالا و محصولات سفارش شده، بسیج و تجهیز شایستگی‌های بنیادین، مشتری، همکاری و تشریک مساعی به عنوان شاخص‌های سنجش تولید چابک اشاره نموده اند.

در این تحقیق، از شاخص های سنجش و اندازه گیری چابکی، و تولید چابک ارائه شده توسط یوسف و همکارانش به علت جامعیت، پوشش ده قابلیت چابکی تولید(ده حوزه تصمیم در سازمان) و کاربست فراوان آن ها در متون تحقیق چابکی تولید، به منظور سنجش و اندازه‌گیری قابلیت های تولید چابک در صنعت فولاد

[15] - Forum
[16]- Metes et al
[17]- Van hoek et al
[18]- Yang & Li
[19]- Kumar & Motwani
[20]- Martinez
[21]- Arteta & Giachetti
[22]- Lin et al
[23]- Tsourveloudis & Valavanis

خوزستان استفاده شده است. نگاره(۲) این ده قابلیت چابکی و شاخص های زیرمجموعه آنها را نشان می دهد.

۳- رویکرد فازی: مفاهیم و عملیات فازی

زاده[۲۴]، نظریه مجموعه فازی را برای برخورد با عدم اطمینان به علت نادقیقی و ابهام معرفی کرد. نظریه مجموعه فازی، یک ابزار کامل جهت مدل سازی عدم اطمینان و نادقیقی پدیدار شده از ذهن انسان است که نه تصادفی است و نه احتمالی. در واقع منطق فازی، مبنا و اساس نظام مندی در برخورد با موقعیت هایی فراهم می‌کند که مبهم هستند و یا خوب تعریف نشده اند(قهرمان و دیگران[۲۵]،۲۰۰۴). آن، رویکردی برای تحلیل مسائلی است که پیچیده یا بیمارگونه هستند و تحلیل شان توسط روش های سنتی مرسوم حساس است. منطق فازی، اولین گام در رویکرد غیر عددی است که به کاربر امکان می دهد قضاوت های شفاهی را با عبارات زبانی طبیعی مانند " بسیار خوب"، " قدری ضعیف" و ... انجام دهد. انگیزش برای استفاده از کلمات و یا جملات، نه اعداد این است که توصیف های زبانی در کل نسبت به توصیف های عددی؛ کمی خاص تر و دقیق تر هستند(زاده،۱۹۷۳). متغیرهای زبانی با متغیرهای عددی تفاوت دارند، بدین معنا که مقادیر آنها اعداد نیستند، بلکه کلمات و عبارات هستند. استفاده از متغیرهای زبانی به میزان زیادی به تعیین یک تابع عضویت معتبر وابسته است. در دومین مرحله، چنین قضاوت های فازی با کاربرد اصل تعمیم به‌کار رفته در نظریه مجموعه فازی کمی می شود. در ادامه، برخی مفاهیم و عملیات حساب فازی به‌کار رفته در این مقاله مرور می گردد.

تعریف ۱. یک مجموعه فازی، یک دسته موضوع، یا پیوستاری از درجات عضویت است که درجه عضویت می تواند یک مقدار میانی بین صفر و یک انتخاب کند و یک زیر مجموعه فازی A از یک مجموعه جهانی X به‌وسیله یک تابع عضویت $f_A(X)$ تعریف می شود که هر عضو x در X یا یک عدد حقیقی [۰،۱] بازنمایی می‌گردد.

نگاره ۲. شاخص های سنجش و ارزیابی تولیدچابک ارائه شده توسط یوسف و همکارانش

قابلیت‌های اصلی تولید چابک	شاخص های فرعی هر قابلیت تولید چابک
تلفیق	اجرای همزمان فعالیت‌ها، تلفیق موسسه‌ای، اطلاعات قابل دسترسی برای کارکنان
شایستگی	قابلیت‌های چندکاره (چند کسب و کار)، اعمال و اقدام کسب و کار توسعه یافته مشکل برای کپی برداری
تیم‌سازی	افراد توانمند که در قالب تیم‌ها فعالیت می‌کنند، تیم‌های بین وظیفه‌ای، تیم بین مرزهای شرکت، تصمیم‌گیری غیر متمرکز
فنآوری	آگاهی از فنآوری، رهبری در استفاده از فنآوری‌های جاری، فنآوری‌های بهبود و ارتقا دهنده دانش و مهارت، فنآوری های تولید منعطف
کیفیت	کیفیت برروی زندگی محصول، محصولات با افزایش ارزش اساسی، طراحی درست برای بار اول، زمان کوتاه سیکل توسعه
تغییر	بهبود مستمر، فرهنگ تغییر
مشارکت	روابط مبتنی بر اعتماد با مشتریان و تامین کنندگان ، شکل دادن سریع مشارکت، رابطه استراتژیک با مشتریان، رابطه نزدیک با تامین کنندگان.
بازار	معرفی محصول جدید، نوآوری‌ها به تحریک مشتری، رضایت مشتری، واکنش به نیازمندی های در حال تغییر بازار
آموزش و پرورش	سازمان یادگیرنده، افراد منعطف و چند مهارته، ارتقای مهارت نیروی کار، آموزش و توسعه مستمر
رفاه و خوشبختی	رضایت کارکنان

[24]- Zadeh
[25]- Kahraman et al

وقتی که درجه عضویت برای یک عنصر معادل با یک است، بدین معناست که عنصر مطلقاً در آن مجموعه است و هنگامی که درجه عضویت صفر است، بدین معناست که عنصر مطلقاً در آن مجموعه نیست. به موارد مبهم، مقادیر بین صفر و یک تخصیص می یابد(دوبویس و پراده[۲۶]،۱۹۷۹).

تعریف۲- یک عدد فازی مثلثی $\widetilde{A}$ به‌وسیله یک سه وجهی $\widetilde{A} = (a_1, b_1, c_1)$ نشان داده شده است و تابع عضویت آن به صورت ذیل تعریف شده است:

(۱)

$$\mu_{\widetilde{A}}(x) = \begin{cases} \dfrac{(x-a_1)}{(b_1-a_1)}, & a_1 \le x \le b_1 \\ \dfrac{(c_1-x)}{(c_1-b_1)}, & b_1 \le x \le c_1 \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

با $-\theta \le a_1 \le b_1 \le c_1 \le \theta$

قوی ترین درجه عضویت پارامتر، b_1 است که عبارت است از $f_x(b) = 1$، درحالیکه a_1 و c_1 به ترتیب کران های پایین و بالا هستند. وقتی $a_1 = b_1 = c_1$ باشد، آن یک عدد غیر فازی است.

تعریف۳. بر طبق اصل بسط زاده(۱۹۶۵)، حساب جبر اصلی اعداد فازی مثبت شامل جمع، ضرب، تفریق و تقسیم اعداد فازی، و ضرب یک عدد فازی با یک عدد حقیقی است. قوانین عملیات اصلی برای دو عدد فازی مثلثی $\widetilde{A} = (a_1, b_1, c_1)$ و $\widetilde{B} = (a_2, b_2, c_2)$ به شرح ذیل است:

$$\widetilde{A} \otimes \widetilde{B} \cong (a_1a_2, b_1b_2, c_1c_2) \quad (۲)$$

$$\widetilde{A} \oplus \widetilde{B} = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (۳)$$

$$\widetilde{A} - \widetilde{B} = (a_1 - c_2, b_1 - b_2, c_1 - a_2) \quad (۴)$$

$$A \div \widetilde{B} = \left(\frac{a_1}{c_2}, \frac{b_1}{b_2}, \frac{c_1}{a_1}\right) \quad (۵)$$

$$K \otimes A = (Ka_1, Kb_1, Kc_1) \quad (۶)$$

تعریف۴- وقتی چند خبره یا تصمیم گیر، قضاوت های خود را درباره یک پدیده یا موضوع طرح می کنند، بایستی قضاوت های آنها را برای رسیدن به یک قضاوت جمعی و گروهی تجمیع گردد. یک زوش تجمیع خوب باید مقدار فازی هر تصمیم گیر و خبره را ملاحظه کند. بدین معنا که طیف مقادیر فازی تجمیع شده باید شامل طیف هایی از مقادیر فازی همه تصمیم گیرندگان و خبرگان باشد. با فرض وجود I تصمیم گیرنده، $k = 1,2,....,I$؛ و بیان قضاوت فازی آنها به صورت یک عدد فازی مثلثی $R_k = (a_k, b_k, c_k)$؛ مقدار فازی تجمیع شده می‌تواند به صورت ذیل محاسبه و تعریف گردد:

$$a = \min_k(a_k) \quad (۷)$$

$$b = \frac{1}{I}\sum_{k=1}^{I}(b_k) \quad (۸)$$

$$c = \max_k(c_k) \quad (۹)$$

تعریف ۵- برای فاززدایی کردن یا رتبه بندی اعداد فازی، روش های مختلفی توسط مؤلفان و محققان حوزه های فازی طرح شده است. در این مقاله، ما از روش مرکز قلمرو[۲۷] به علت سادگی و عدم نیاز به قضاوت فردی آنالیست استفاده نموده است. بنابراین عدد فازی $\widetilde{A}$ با استفاده از فرمول (۱۰)فازی زدایی و کریسپ می شود.

(۱۰)

$$dyfuzzy(\widetilde{A}) = \frac{[(c_1 - a_1) + (b_1 - a_1)]}{3} + a_1$$

٤- متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی

وقتی داده ماتریس تصمیم مشخص باشد، می‌توان به‌جای ماتریس مقایسه زوجی ساعتی از تکنیک آنتروپی و روش لینمپ[۲۸] برای محاسبه اوزان شاخص ها استفاده کرد. آنتروپی، یک مفهوم مهم در علوم اجتماعی، علاوه بر علوم فیزیکی است. آن نیز معانی مفیدی در نظریه اطلاعات دارد، که محتوای اطلاعات مورد انتظار یک پیام مشخص را می‌سنجد.

در تکنیک آنتروپی سنتی، ساختار سلسله مراتبی بین معیارهای اصلی و معیارهای فرعی ملاحظه نمی گردد، و معمولاً اوزان معیارهای اصلی فقط بر اساس داده‌های

[26]- Dubois & Prade

[27] - Center- of- area

[28] - linmap

ماتریس تصمیم محاسبه می گردد. محاسبه اوزان با استفاده از تکنیک آنتروپی ساده و آسان است. از طرف دیگر، مشهورترین و پرکاربردترین تکنیک تصمیم گیری چند معیاره– تحلیل سلسله مراتبی– یک مدل سلسله مراتبی ملاحظه می کند که اطلاعات بیشتری را شامل می شود، که سبب برتری و تفوق تحلیل سلسله مراتبی نسبت به سایر تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره شده است. اما اجرای آن زمان بر، بسیار کسل کننده و ملال آور است. در این مقاله، با توسعه متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی از مزیت ساختار سلسله مراتبی تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و سهولت اجرای تکنیک آنتروپی استفاده می شود. همچنانکه در نگاره(۳)نشان داده شده است. مسأله تصمیم این تحقیق(مسأله سنجش و رتبه بندی قابلیت های چابکی تولید و شاخص های فرعی آنها) از چهار سطح تشکیل شده است: در سطح اول، هدف(سنجش و رتبه بندی) قرار دارد. سطح دوم، قابلیت های چابکی تولید و سطح سوم، شاخص های فرعی قابلیت های چابکی تولید قرار دارد و سطح چهارم، شرکت های صنعت فولاد خوزستان قرار دارد.

در ادامه ابتدا علائم و نشانه های به‌کار رفته در این مقاله معرفی می گردد.

X : مجموعه معیارهای اصلی

$$X = \{c_1, c_2, ..., c_j, ..., c_n\}$$

A : مجموعه گزینه های تصمیم

$$A = \{A_1, A_2, ..., A_i, ..., A_m\}$$

E: مجموعه اعضای مشارکت کننده در فرآیند ارزیابی

$$E = \{E_1, E_2, ..., E_k, ..., E_I\}$$

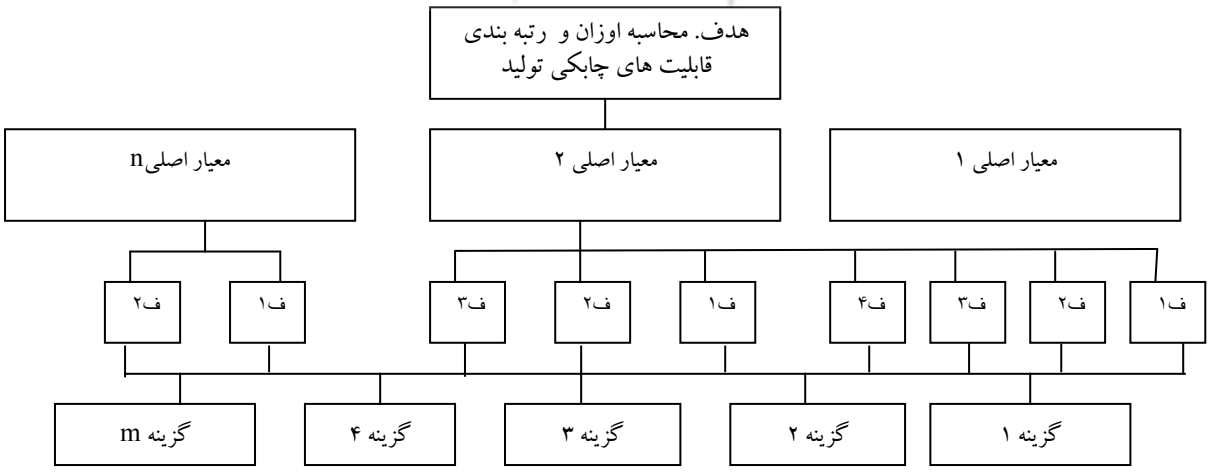
هم اکنون الگوریتم متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی برای محاسبه اوزان قابلیت های تولید چابک و شاخص های فرعی آنها تشریح می گردد:

الف– ساختن اولین، دومین و سومین ماتریس قضاوت های تجمیعی فازی.

فرض کنید n معیار اصلی، q معیار فرعی، و m گزینه تصمیم و l خبره یا تصمیم گیر وجود دارد. هر کدام از معیارهای اصلی، r_j معیار فرعی دارند که تعداد کل q معیار فرعی معادل با $\sum_{j=1}^{n} r_j$ است. اکنون اولین ماتریس $(\widetilde{H}_{MA})$ مشتمل بر درجات اهمیت معیارهای اصلی تعیین شده توسط هر خبره و مشارکت کننده در فرآیند سنجش و ارزیابی ساخته می شود.

هم‌چنان‌که در نگاره(۴) نشان داده شده است، اوزان معیارهای اصلی با ملاحظه هدف تعیین می گردد.سپس ماتریس قضاوت گروهی و تجمیعی$(\widetilde{H}^{g}_{MA})$ بر روی معیارهای اصلی از طریق فرمول های(۷)،(۸) و (۹) محاسبه می گردد. $\widetilde{w}^{g}_{c_j}$ وزن تجمیعی فازی محاسبه شده از طریق فرمول های (۷)، (۸)، (۹) است .

نگاره۳. سلسله مراتبی ملاحظه شده در الگوریتم متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی



نگاره ۴. اوزان تجمیعی فازی معیارهای اصلی (معیارهای سطح اول)

$$\tilde{H}^{g}_{MA} = \begin{array}{c|c} & Goal \\ MA_1 & \tilde{w}^{g}_{c_1} \\ \vdots & \vdots \\ MA_j & \tilde{w}^{g}_{c_j} \\ \vdots & \vdots \\ MA_n & \tilde{w}^{g}_{c_n} \end{array}$$

دومین ماتریس($\tilde{H}_{SA}$)، اوزان معیارهای فرعی را با ملاحظه معیارهای اصلی نشان می دهد. سپس ماتریس قضاوت گروهی و تجمیعی($\tilde{H}^{g}_{SA}$) بر روی معیارهای اصلی از طریق فرمول های(۷)،(۸) و (۹) محاسبه می گردد. $\tilde{w}^{g}_{c_{jrj}}$ وزن تجمیعی فازی محاسبه شده از طریق فرمول‌های (۷)،(۸) و (۹) است. بردار اوزان تجمیعی فازی به‌دست آمده از ماتریس اول($(\tilde{H}^{g}_{MA})$) در بالای این ماتریس دوم ($\tilde{H}^{g}_{SA}$) نوشته می شود. هم‌چنان‌که در نگاره (۵) نشان داده شده است، اوزان معیارهای فرعی با ملاحظه معیارهای اصلی تعیین می گردد.

بعد از محاسبه اوزان تجمیعی فازی معیارهای اصلی ($(\tilde{H}^{g}_{MA})$) و شاخص های فرعی($\tilde{H}^{g}_{SA}$) هر کدام از معیارهای اصلی(معیارهای سطح دوم)، اوزان تعاملی فازی شاخص های فرعی معیارهای اصلی از طریق فرمول(۱۱)محاسبه می گردد. $\tilde{w}^{g}_{T}$ وزن تجمیعی فازی تعاملی شاخص های فرعی معیارهای اصلی است.

(۱۱)

$$\tilde{w}^{g}_{T} = \tilde{w}^{g}_{c_j} \otimes \tilde{w}^{g}_{c_{jrj}}$$

نگاره ۵. اوزان تجمیعی فازی شاخص های فرعی معیارهای اصلی(معیارهای سطح دوم)

$$\tilde{H}^{g}_{SA} = \begin{array}{c|c} & \begin{matrix} & & & & & & & & & \end{matrix} \\ SA_{11} & \tilde{W}^{g}_{c_{11}} \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \\ SA_{12} & \tilde{W}^{g}_{c_{12}} \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \\ \vdots & \vdots \\ SA_{1r1} & \tilde{W}^{g}_{c_{r1}} \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \\ SA_{21} & 0 \;\; \tilde{W}^{g}_{c_{21}} \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \\ SA_{22} & 0 \;\; \tilde{W}^{g}_{c_{22}} \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \\ \vdots & \vdots \\ SA_{2r2} & 0 \;\; \tilde{W}^{g}_{c_{2r2}} \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \\ \vdots & \vdots \\ SA_{cjrj} & 0 \;\; 0 \;\; \cdots \;\; \tilde{W}^{g}_{cjrj} \;\; \cdots \;\; 0 \\ \vdots & \vdots \\ SA_{n1} & 0 \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; \tilde{W}^{g}_{n1} \\ SA_{n2} & 0 \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; \tilde{W}^{g}_{n2} \\ \vdots & \vdots \\ SA_{nrn} & 0 \;\; 0 \;\; \cdots \;\; 0 \;\; \cdots \;\; \tilde{W}^{g}_{nrn} \end{array}$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

سومین ماتریس($\widetilde{I}_{SA}^{g}$) به‌وسیله تجمیع مقادیر فازی به‌دست آمده از ارزیابی گزینه های تصمیم(شرکت های صنعت فولاد خوزستان) با ملاحظه شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک از طریق فرمول های(۷)، (۸) و (۹) محاسبه می‌گردد(نگاره۶).

نگاره ۶. ماتریس قضاوت فازی تجمیعی مشارکت کنندگان در فرآیند ارزیابی شرکت های صنعت فولاد خوزستان با ملاحظه شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک

$$\widetilde{I}_{A_i}^{g} = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{vmatrix} SA_{11} & SA_{12} & \cdots & SA_{1r1} & \cdots & SA_{j} & \cdots & SA_{nrn} \\ \widetilde{X}_{111} & \widetilde{X}_{112} & \cdots & \widetilde{X}_{11r1} & \cdots & \widetilde{X}_{1j} & \cdots & \widetilde{X}_{1nrn} \\ \widetilde{X}_{211} & \widetilde{X}_{212} & \cdots & \widetilde{X}_{21r1} & \cdots & \widetilde{X}_{2j} & \cdots & \widetilde{X}_{2nrn} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \widetilde{X}_{i11} & \widetilde{X}_{i12} & \cdots & \widetilde{X}_{i1r1} & \cdots & \widetilde{X}_{ij} & \cdots & \widetilde{X}_{inrn} \\ \vdots & \cdots & & \vdots & \cdots & \vdots & & \\ \widetilde{X}_{m11} & \widetilde{X}_{m12} & \cdots & \widetilde{X}_{m1r1} & \cdots & \widetilde{X}_{mj} & \cdots & \widetilde{X}_{mnrn} \end{vmatrix}$$

ب– فازی زدایی ماتریس قضاوت فازی تجمیعی مشارکت کنندگان. ازآنجا که مقادیر کارکردی گزینه های تصمیم با ملاحظه شاخص های فرعی به صورت اعداد فازی مثلثی بیان شده اند. بایستی ماتریس قضاوت کریسپ تجمیعی از طریق فرمول(۱۰) محاسبه گردد(نگاره ۷). ماتریس قضاوت کریسپ تجمیعی خبرگان مبنا و اساس محاسبه اوزان قابلیت های تولید چابک و شاخص های فرعی است.

نگاره ۷. ماتریس قضاوت کریسپ تجمیعی خبرگان در باره ارزیابی سطح چابکی تولید شرکت های صنعت فولاد خوزستان با ملاحظه شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک

$$I_{A_i}^{g} = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{vmatrix} SA_{11} & SA_{12} & \cdots & SA_{1r1} & \cdots & SA_{j} & \cdots & SA_{nrn} \\ X^{g}_{111} & X^{g}_{112} & \cdots & X^{g}_{11r1} & \cdots & X^{g}_{1j} & \cdots & X^{g}_{1nrn} \\ X^{g}_{211} & X^{g}_{212} & \cdots & X^{g}_{21r1} & \cdots & X^{g}_{2j} & \cdots & X^{g}_{2nrn} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ X^{g}_{i11} & X^{g}_{i12} & \cdots & X^{g}_{i1r1} & \cdots & X^{g}_{ij} & \cdots & X^{g}_{inrn} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ X^{g}_{m11} & X^{g}_{m12} & \cdots & X^{g}_{m1r1} & \cdots & X^{g}_{mj} & \cdots & X^{g}_{mnrn} \end{vmatrix}$$

پ. محاسبه نتایج انعکاسی معیار j، p_{ij} از طریق فرمول(۱۲).

$$p_{ij^{\circ}} = \left(\frac{d^{g}_{ij^{\circ}}}{\sum_{j^{\circ}=1}^{n} d^{g}_{ij^{\circ}}} \right), \quad \forall i, j^{\circ}$$

ت. محاسبه آنتروپی $E_{j^{\circ}}$ مجموعه نتایج انعکاسی معیار j° از طریق فرمول(۱۳).

$$E_{j^{\circ}} = -f \sum_{i=1}^{m} p_{ij^{\circ}} \ln p_{ij^{\circ}}, \quad \forall j^{\circ}$$

f یک عدد ثابت است که از طریق $f = \frac{1}{m}$ محاسبه می گردد و تضمین می کند که $0 \le E_{j^{\circ}} \le 1$ برقرار باشد. لازم به ذکر است m معرف تعداد گزینه های تصمیم یا موارد ارزیابی است.

ث. درجه تنوع و گوناگونی $d_{j^{\circ}}$ اطلاعات فراهم شده به‌وسیله نتایج معیار j می تواند به صورت فرمول(۱۴) تعریف گردد:

$$d_{j^{\circ}} = 1 - E_{j^{\circ}}, \forall j^{\circ}$$

ز. محاسبه وزن معیار j از طریق فرمول(۱۵).

$$w_{j^{\circ}} = \frac{d_{j^{\circ}}}{\sum_{j^{\circ}=1}^{n} d_{j^{\circ}}}, \forall j^{\circ}$$

ز. وقتی که تصمیم گیرندگان و خبرگان برای شاخص های فرعی قابلیت های چابکی تولید، اوزان ذهنی λ_j داشته باشند، پس این اوزان ذهنی می تواند با اطلاعات w_{j° تلفیق گردد. در این جا، اوزان ذهنی تجمیعی شاخص های فرعی معیارهای اصلی($\widetilde{w}_T^g$) به عنوان $\lambda_{c_{jr_j}}$ طبق فرمول۱۱(دربند الف بخش ۴) محاسبه شده اند، که با تلفیق آن با اطلاعات w_{j° از طریق فرمول (۱۶) می توان اوزان فازی نهایی شاخص های فرعی معیارهای اصلی را محاسبه کرد. (۱۶)

$$w_{j^*}^* = \lambda_j \otimes w_{j^*}$$

۵- روش شناسی تحقیق

۵-۱- روش تحقیق

برای انجام این تحقیق، از روش تحقیق پیمایشی- موردی استفاده شد. از روش تحقیق پیمایشی برای کسب اطلاعات و دانش کارشناسان و مدیران صنعت فولاد خوزستان درباره درجات اهمیت شاخص های تولید چابک برای صنعت فولاد خوزستان، و ارزیابی صنعت فولاد خوزستان و شرکت های متبوع آن بر حسب شاخص های تولید چابک استفاده گردید. همچنین به منظور مطالعه صنعت فولاد خوزستان از جهت داشتن شاخص های تولید چابک، از روش تحقیق مطالعه موردی استفاده شد.

۵-۲- روش جمع آوری اطلاعات

برای جمع آوری اطلاعات، از دو پرسشنامه طراحی شده بر اساس مقیاس هفت گزینه ای لیکرت استفاده شد:

الف- پرسشنامه(۱) مشتمل بر قابلیت های تولید چابک و شاخص های فرعی آنها برای تعیین درجات اهمیت آنها توسط خبرگان و مدیران شرکت های صنعت فولاد خوزستان. ب- پرسشنامه(۲) برای ارزیابی صنعت فولاد خوزستان و شرکت های متبوع آن بر حسب شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک. برای سنجش روایی و اعتبار پرسشنامه(۱) (پرسشنامه ۱ مبنای تهیه پرسشنامه(۲) است.) از خبرگان و صاحب نظرات رشته تولید و عملیات و تکنیک های کمی روایی سازه، و ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. بنابراین ابتدا این پرسشنامه در اختیار پنج نفر از اساتید رشته تولید و عملیات، و نیز محقق و صاحب نظر در حوزه چابکی و چابکی تولید مشغول در دانشگاه تهران، شهید بهشتی، علامه، تربیت مدرس و صنعتی شریف گذاشته شد و از آنها درخواست گردید که هر جمله را بر حسب میزان سنجش سازه مربوطه (قابلیت های تولید چابک و شاخص های فرعی) با استفاده از طیف سه گزینه ای زیاد، ، متوسط، کم مشخص کنند. سپس با استفاده از تکنیک کمی وزن دهی به گزینه های زیاد(۰.۶)، متوسط(۰.۳) و کم(۰.۱) و ضرب تعداد پاسخ ها در ضرایب شان، نتایج حاصله نشان داد که روایی سازه سؤالات پرسشنامه بین ۲.۲ تا ۲.۷ قرار داشتند که معرف روایی سازه‌ای بالای سؤالات پرسشنامه بود. همچنین اعتبار و قابلیت اطمینان سؤالات پرسشنامه(۱) به‌وسیله ضریب آلفای کرونباخ سنجیده شد، که اعتبار کلی پرسشنامه برابر با ۰/۹۵ بود.

بنابراین از طریق پرسشنامه های (۱) و (۲)، دانش و قضاوت کارشناسان و مدیران صنعت فولاد خوزستان درباره درجات اهمیت قابلیت های تولید چابک و شاخص های فرعی آنها، و نیز سطح چابکی تولید چابک صنعت فولاد خوزستان با ملاحظه شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک به صورت واژه‌های زبانی/ کیفی تعریف شده در نگاره(۸)کسب گردید. برای تسهیل انجام عملیات جسابی فازی و محاسبه اوزان از طریق متدولوژی آنتروپی سلسله مراتبی فازی، واژه‌های زبانی و کیفی به اعداد فازی مثلثی متناظرشان(نگاره ۸) تبدیل‌شدند، و ماتریس های قضاوت فازی(اولین، دومین و سومین ماتریس نمایش داده شده در نگاره های ۴، ۵، ۶، ۷) تشکیل گردید.

۵-۳- قلمرو مکانی و جامعه آماری تحقیق

این تحقیق در صنعت فولاد خوزستان و شرکت های متبوع آن(فولاد خوزستان، گروه ملی صنعتی فولاد، لوله سازی اهواز، فولاد کاویان) اجرا شده است. جامعه آماری تحقیق را مدیران و کارشناسان صنعت فولاد خوزستان در سطوح مختلف سازمانی و شرکت های مختلف صنعت فولاد خوزستان بوده است. ۵۰ نفر از مدیران و کارشناسان مطلع و آگاه و مجرب به پرسشنامه های این تحقیق پاسخ گفتند، که پاسخ های آنها مبنا و اساس تحلیل ها و نتایج این تحقیق قرار گرفته است.

نگاره۸ . مقیاس کیفی- زبانی به‌کار رفته برای کسب دانش و فضاوت خبرگان

متغیرهای زبانی برای تعیین درجات اهمیت شاهص های تولید چابک	اعداد فازی مثلثی مثبت	متغیرهای زبانی برای ارزیابی سطح تولید چابک	اعداد فازی مثلثی مثبت
بسیار مهم	(۰.۹ ،۱،۱)	بسیار زیاد	(۹ ، ۱۰ ،۱۰)
مهم	(۰.۹،۰.۷ ،۱)	زیاد	(۷ ،۱۰،۹)
نسبتاً مهم	(۰.۷ ،۰.۵ ،۰.۹)	نسبتاً زیاد	(۵ ،۷ ،۹)
متوسط	(۰.۵ ،۰.۳ ،۰.۷)	متوسط	(۳ ،۵ ،۷)
نسبتاً کم اهمیت	(۰.۳ ،۰.۱ ،۰.۵)	نسبتاً کم	(۱ ،۳ ،۵)
کم اهمیت	(۰.۱ ،۰ ،۰.۳)	کم	(۰ ،۱ ،۳)
بسیار کم اهمیت	(۰ ،۰ ،۰.۱)	بسیار کم	(۰ ،۰ ،۱)

٦- نتایج و یافته های تحقیق:

نتایج اجرای متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی برای تعیین اوزان و رتبه بندی شاخص های تولید چابک در صنعت فولاد خوزستان در نگاره های (۹) و (۱۰) نشان داده شده است. همچنان‌که در نگاره (۱۰) مشاهده می گردد، شاخص های "قابل دسترس بودن اطلاعات برای همه کارکنان" ، "افراد منعطف و چند مهارته"، "روابط مبتنی بر اعتماد با مشتریان و تأمین کنندگان"،" تلفیق و یکپارچگی"، "رضایت کارکنان" ، " آموزش و توسعه مستمر"، "سازمان یادگیرنده"، "رهبری در استفاده از فنآوری های جاری"، " ارتقای مهارت نیروی کار"، "افراد توانمند کار کننده در قالب تیم ها"، در میان شاخص های تولید چابک به ترتیب رتبه های ۱ تا ۱۰ را در صنعت فولاد خوزستان به خود اختصاص داده اند. شاخص های "واکنش به نیازمندی های در حال تغییر بازار" ،" بهبود مستمر" ، "آگاهی از فنآوری"، " زمان کوتاه سیکل توسعه محصول"، "طراحی درست برای اولین بار، "فنآوری بهبود و ارتقای دانش و مهارت"، "تصمیم گیری غیر متمرکز، تیم های میان وظیفه ای، شکل دادن سریع مشارکت ها"، "فرهنگ تغییرو کیفیت بر روی زندگی محصول، رابطه استراتژیک با مشتریان" رتبه های یازده تا هفده را به ترتیب کسب کرده اند. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد که شاخص های " روابط نزدیک با تأمین کنندگان، محصولات با ارزش افزوده اساسی و اجرای همزمان فعالیت‌ها"، " معرفی محصول جدید"، " اعمال و اقدام کسب و کار توسعه یافته مشکل برای کپی برداری "، "رضایت مشتری"،" تیم ها در عرض مرزهای شرکت"، " نوآوری به تحریک مشتری"، "فنآوری های تولید منعطف" و " قابلیت های چندکاره" به ترتیب رتبه های هفده تا ۲۵ را به خود اختصاص داده اند. همچنین نتایج به‌دست آمده از تجمیع امتیازها و اوزان شاخص های مرتبط با یک قابلیت تولید چابک (نگاره ۱۱) نشان می دهدکه قابلیت آموزش و پرورش، بیشترین وزن؛ و قابلیت شایستگی، کمترین وزن را کسب نموده اند.

نگاره۹ . اوزان تجمیعی فازی قابلیت های تولید چابک و شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک

قابلیت های تولید چابک	$\widetilde{W}_{c_j}^{g}$: اوزان تجمیعی فازی	شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک(معیارهای سطح دوم)	$\widetilde{W}_{c_{rj}}^{g}$: اوزان تجمیعی فلزی	$\widetilde{W}_{T}^{g}$: اوزان فازی تعاملی شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک
تلفیق و یکپارچگی	(۱، ۱، ۰.۷)	اجرای همزمان فعالیت ها	(۱، ۰.۸، ۰.۵)	(۱، ۰.۸، ۰.۳۵)
		تلفیق و یکپارچگی مؤسسه	(۱، ۰.۸، ۰.۱)	(۱، ۰.۸، ۰.۷)
		قابل دسترس بودن اطلاعات برای کارکنان	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۹، ۰.۳۵)
شایستگی	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	اعمال و اقدام کسب و کار توسعه یافته مشکل برای کپی برداری	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۱، ۰.۸، ۰.۲۵)
		قابلیت های چند کاره	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۱، ۰.۸، ۰.۲۵)
تیم سازی	(۱، ۰.۹، ۰.۳)	تصمیم گیری غیر متمرکز	(۱، ۰.۸، ۰.۱)	(۱، ۰.۷۲، ۰.۰۳)
		افراد توانمند کار کننده در قالب تیم ها	(۱، ۰.۸، ۰.۳)	(۱، ۰.۷۲، ۰.۰۹)
		تیم های میان وظیفه ای	(۱، ۰.۹، ۰.۳)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۰۹)
		تیم ها در عرض مرزهای شرکت	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۱۵)
فنآوری	(۱، ۰.۹، ۰.۳)	آگاهی از فنآوری	(۱، ۰.۸، ۰)	(۱، ۰.۷۲، ۰)
		رهبری در استفاده از فنآوری های جاری	(۱، ۰.۸، ۰.۳)	(۱، ۰.۷۲، ۰.۰۹)
		فنآوری بهبود و ارتقای دانش و مهارت	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۱۵)
		فنآوری های تولید منعطف	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۱۵)
کیفیت	(۱، ۰.۹، ۰.۳)	کیفیت بر روی زندگی محصول	(۱، ۰.۹، ۰.۳)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۰۹)
		محصولات با ارزش افزوده اساسی	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۱۵)
		طراحی درست برای اولین بار	(۱، ۰.۹، ۰.۳)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۰۹)
		زمان کوتاه سیکل توسعه محصول	(۱، ۰.۸، ۰.۳)	(۱، ۰.۷۲، ۰.۰۹)
تغییر	(۱، ۰.۷، ۰.۳)	فرهنگ تغییر	(۱، ۰.۸، ۰.۵)	(۱، ۰.۵۶، ۰.۱۵)
		بهبود مستمر	(۱، ۰.۹، ۰.۷)	(۱، ۰.۶۳، ۰.۲۱)
مشارکت	(۱، ۰.۸، ۰.۳)	روابط مبتنی بر اعتماد با مشتری و تأمین کننده	(۱، ۰.۷، ۰.۱)	(۱، ۰.۵۶، ۰.۰۳)
		شکل دادن سریع مشارکت ها	(۱، ۰.۹، ۰.۷)	(۱، ۰.۷۲، ۰.۲۱)
		رابطه استراتژیک با مشتریان	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۷۲، ۰.۱۵)
		روابط نزدیک با تأمین کنندگان	(۱، ۱، ۰.۷)	(۱، ۰.۸، ۰.۲۱)
بازار	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	واکنش به نیازمندی های در حال تغییر بازار	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۲۵)
		معرفی محصول جدید	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۲۵)
		نوآوری به تحریک مشتری	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۲۵)
		رضایت مشتری	(۱، ۱، ۰.۷)	(۱، ۰.۹، ۰.۳۵)
آموزش و پرورش	(۱، ۰.۹، ۰.۷)	آموزش و توسعه مستمر	(۱، ۱، ۰.۷)	(۱، ۰.۹، ۰.۴۹)
		سازمان یادگیرنده	(۱، ۰.۹، ۰.۵)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۳۵)
		افراد منعطف و چند مهارته	(۱، ۱، ۰.۷)	(۱، ۰.۹، ۰.۴۹)
		ارتقای مهارت نیروی کار	(۱، ۰.۹، ۰.۳)	(۱، ۰.۸۱، ۰.۲۱)
رفاه و سعادت	(۱، ۰.۸، ۰.۳)	رضایت کارکنان	(۱، ۱، ۰.۷)	(۱، ۰.۸، ۰.۲۱)

نگاره۱۰. اوزان شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک در صنعت فولاد خوزستان و رتبه بندی آنها

شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک	$E_{c_{r_{j^\circ}}}$	$d_{c_{r_{j^\circ}}}$	$w_{c_{r_{j^\circ}}}$	وزن فازی $\widetilde{w}^{\circ}_{c_{r_j}}$	وزن کریسپ $w^{\circ}_{c_{r_j}}$	رتبه
اجرای همزمان فعالیت ها	۰.۹۹۸	۰.۰۰۲۲	۰.۰۱۳	(۰.۰۰۴، ۰.۰۱۰، ۰.۰۱)	۰.۰۰۹۲	۱۸
تلفیق و یکپارچگی مؤسسه	۰.۹۹	۰.۰۱۳	۰.۰۷	(۰.۰۰۵، ۰.۰۵۳، ۰.۰۷)	۰.۰۴۲	۴
قابل دسترس بودن اطلاعات برای کارکنان	۰.۹۹	۰.۰۱۳	۰.۰۷	(۰.۰۲۳، ۰.۰۶، ۰.۰۷)	۰.۰۵۰	۱
اعمال و اقدام کسب و کار توسعه یافته مشکل برای کپی برداری	۰.۹۹۸	۰.۰۰۲۳	۰.۰۱۲	(۰.۰۰۳، ۰.۰۱۰، ۰.۰۱۲)	۰.۰۰۸۵	۲۰
قابلیت های چند کاره	۰.۹۹۹	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۳	(۰.۰۰۰۷، ۰.۰۰۲، ۰.۰۰۳)	۰.۰۰۲۰	۲۵
تصمیم گیری غیر متمرکز	۰.۹۹۵	۰.۰۰۵	۰.۰۲۴	(۰.۰۰۰۷، ۰.۰۱۷، ۰.۰۲۴)	۰.۰۱۴۱	۱۶
افراد توانمند کار کننده در قالب تیم ها	۰.۹۹۰	۰.۰۱	۰.۰۵۰	(۰.۰۰۴، ۰.۰۳۶، ۰.۰۵۰)	۰.۰۳۰	۱۰
تیم های میان وظیفه ای	۰.۹۹۶	۰.۰۰۴	۰.۰۲۲	(۰.۰۰۲، ۰.۰۱۸، ۰.۰۲۲)	۰.۰۱۴	۱۶
تیم ها در عرض مرزهای شرکت	۰.۹۹۸	۰.۰۰۲	۰.۰۰۹	(۰.۰۰۱، ۰.۰۰۷، ۰.۰۰۹)	۰.۰۰۶	۲۲
آگاهی از فنآوری	۰.۹۹۳	۰.۰۰۶	۰.۰۳۲	(۰، ۰.۰۲۳، ۰.۰۳۲)	۰.۰۱۹	۱۳
رهبری در استفاده از فنآوری های جاری	۰.۹۸۹	۰.۰۱۱	۰.۰۵۶	(۰.۰۰۵، ۰.۰۴، ۰.۰۶)	۰.۰۳۴	۸
فنآوری بهبود و ارتقای دانش و مهارت	۰.۹۹۵	۰.۰۰۴۶	۰.۰۲۴	(۰.۰۰۴، ۰.۰۲۰، ۰.۰۲۴)	۰.۰۱۶	۱۵
فنآوری های تولید منعطف	۰.۹۹۹	۰.۰۰۱	۰.۰۰۵	(۰.۰۰۰۸، ۰.۰۰۴، ۰.۰۰۵)	۰.۰۰۳۵	۲۴
کیفیت بر روی زندگی محصول	۰.۹۹۷	۰.۰۰۳	۰.۰۱۶	(۰.۰۰۱، ۰.۰۱۳، ۰.۰۱۶)	۰.۰۱۰۱	۱۷
محصولات با ارزش افزوده اساسی	۰.۹۹۷	۰.۰۰۳	۰.۰۱۴	(۰.۰۰۲، ۰.۰۱۱، ۰.۰۱۴)	۰.۰۰۹	۱۸
طراحی درست برای اولین بار	۰.۹۹۵	۰.۰۰۵	۰.۰۲۵	(۰.۰۰۲، ۰.۰۲۰، ۰.۰۲۵)	۰.۰۱۶	۱۵
زمان کوتاه سیکل توسعه محصول	۰.۹۹۴	۰.۰۰۵	۰.۰۲۹	(۰.۰۰۲، ۰.۰۲، ۰.۰۳)	۰.۰۱۸	۱۴
روابط مبتنی بر اعتماد با مشتری و تأمین کننده	۰.۹۸۴	۰.۰۱۶	۰.۰۸۲	(۰.۰۰۲، ۰.۰۴۶، ۰.۰۸۲)	۰.۰۴۳	۳
شکل دادن سریع مشارکت ها	۰.۹۹۶	۰.۰۰۴	۰.۰۲۲	(۰.۰۰۵، ۰.۰۱۶، ۰.۰۲)	۰.۰۱۴۱	۱۶
رابطه استراتژیک با مشتریان	۰.۹۹۷	۰.۰۰۳	۰.۰۱۶	(۰.۰۰۲۴، ۰.۰۱۱، ۰.۰۱۶)	۰.۰۱	۱۷
روابط نزدیک با تأمین کنندگان	۰.۹۹۷	۰.۰۰۲	۰.۰۱۳	(۰.۰۰۳، ۰.۰۱۰، ۰.۰۱۳)	۰.۰۰۹	۱۸
فرهنگ تغییر	۰.۹۹۶	۰.۰۰۴	۰.۰۲۰	(۰.۰۰۱۱،۰.۰۰۳، ۰.۰۲۰)	۰.۰۱۱	۱۷
بهبود مستمر	۰.۹۹۳	۰.۰۰۷	۰.۰۳۵	(۰.۰۰۷، ۰.۰۲۲، ۰.۰۳۵)	۰.۰۲۲	۱۲
واکنش به نیازمندی های در حال تغییر بازار	۰.۹۹۳	۰.۰۰۶	۰.۰۳۴	(۰.۰۰۹، ۰.۰۲۸، ۰.۰۳۴)	۰.۰۲۴	۱۱
معرفی محصول جدید	۰.۹۹۸	۰.۰۰۲	۰.۰۱۲	(۰.۰۰۳، ۰.۰۱۰، ۰.۰۱۲)	۰.۰۰۸۶	۱۹
نوآوری به تحریک مشتری	۰.۹۹۸	۰.۰۰۱	۰.۰۰۹	(۰.۰۰۲، ۰.۰۰۷، ۰.۰۰۹)	۰.۰۰۵۹	۲۳
رضایت مشتری	۰.۹۹۸	۰.۰۰۲	۰.۰۱۰	(۰.۰۰۴، ۰.۰۰۹، ۰.۰۱۰)	۰.۰۰۷۹	۲۱
آموزش و توسعه مستمر	۰.۹۹۱	۰.۰۰۹	۰.۰۴۷	(۰.۰۲۳، ۰.۰۴۲، ۰.۰۴۷)	۰.۰۳۷	۶
سازمان یادگیرنده	۰.۹۹۰	۰.۰۱	۰.۰۵۰	(۰.۰۱۸، ۰.۰۴۰، ۰.۰۵۰)	۰.۰۳۶	۷
افراد منعطف و چند مهارته	۰.۹۸۹	۰.۰۱	۰.۰۵۹	(۰.۰۲۹، ۰.۰۵۳، ۰.۰۵۹)	۰.۰۴۷	۲
ارتقای مهارت نیروی کار	۰.۹۹۱	۰.۰۰۹	۰.۰۴۷	(۰.۰۱، ۰.۰۳۸، ۰.۰۴۷)	۰.۰۳۱	۹
رضایت کارکنان	۰.۹۸۹	۰.۰۱	۰.۰۵۹	(۰.۰۱۲، ۰.۰۴۷، ۰.۰۵۸)	۰.۰۴۰	۵

نگاره ۱۱. اوزان نهایی قابلیت های تولید چابک و رتبه آنها در صنعت فولاد خوزستان

قابلیت های تولید چابک	تلفیق و یکپارچگی	شایستگی	تیم سازی	فنآوری	کیفیت	تغییر	مشارکت	بازار	آموزش و پرورش	رفاه و سعادت
اوزان نهایی	۰.۱۰	۰.۰۱۰	۰.۰۶۴	۰.۰۷۲	۰.۰۵۲	۰.۰۳۳	۰.۰۸	۰.۰۴۶	۰.۱۵	۰.۰۳۹
رتبه	۲	۱۰	۵	۴	۶	۹	۳	۷	۱	۸

۷- بحث و نتیجه گیری

سازمان های امروزی در محیط های رقابتی پویا و نامعلوم فعالیت می کنند. منابع متلاطم بسیاری وجود دارد که از رقابت جهانی فشرده، کاهش زمان انتظار، تنوع و گوناگونی تقاضا و فنآوری های جدید پدیدار می شوند. از اوایل دهه ۱۹۹۰، چابکی به عنوان راه حل مدیریت پویایی ها و تغییرات محیط معرفی شد و سازمان های تولیدی، آن را پذیرفتند. چابکی تولید اساسا با توانایی مؤسسات برای تفوق بر تغییرات غیرمنتظره، بقا ازتهدیدهای پیش بینی نشده در محیط کسب و کار، و کسب مزایای تغییرات به عنوان فرصت ها ارتباط دارد. در واقع چابکی می تواند موفقیت شرکت ها را در کسب سود، سهم بازار، و جذب مشتریان دربازارهای رقابتی به همراه داشته باشد. از این رو سنجش و ارزیابی مستمر و پیوسته سطح چابکی سازمان در کل، و سطح چابکی تولید به‌طور خاص، به مدیران سازمان های تولیدی کمک می‌کند که در صورت نیاز به چابک شدن، و در نتیجه کسب موفقیت در عرصه رقابت جهانی، تدابیری برای چابک سازی سازمان خود بیندیشند. در این تحقیق، ما با استفاده از رویکرد فازی و تکنیک آنتروپی، یک متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی را به منظور سنجش و رتبه‌بندی قابلیت های تولیدچابک/ چابکی تولید در صنعت فولاد خوزستان بسط داده ایم، که مهمترین نتایج آن به شرح ذیل می‌باشد:

الف- شاخص های " افراد منعطف و چند مهارته، ارتقای مهارت نیروی کار، آموزش و توسعه مستمر، سازمان یادگیرنده، زیر مجموعه قابلیت چابکی آموزش و پرورش هستند، که اولین رتبه را در میان سایر قابلیت های تولید چابک/ چابکی تولید در صنعت فولاد خوزستان به خود اختصاص داده است. از این نتیجه چنین استنباط می گردد که نیروی کار فرهیخته، دانشی و چابک، و آموزش، توسعه و بهسازی مستمر آن، لازمه رقابت جویی در اقتصاد دانشی و خدماتی و عصر تغییرات و تحولات مستمر و پیوسته است. اگرچه زمانی دانشمندان علم اقتصاد، با دشواری، سپس با رغبت، آموزش و پرورش را یک کوشش سازنده می دانستند و هزینه های آن را در شمار سرمایه گذاری اقتصادی به حساب می آوردند، اما آنان دریافتند که سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی با سرمایه گذاری در کارخانه و ماشین آلات تفاوتی بنیادین دارد. کارخانه و ماشین آلات از زمان برپایی و جای گرفتن با استهلاک روبرو هستند، در حالی که سرمایه گذاری در نیروی انسانی، ظرفیت رشد و شایستگی و میزان سود و بهره وری را افزایش می‌بخشد. آلفرد مارشال با ارزش ترین سرمایه‌گذاری را پرورش نیروی انسانی قلمداد کرد و بر این باور بود که پرورش یک صنعتکار یا مخترع می تواند هزینه آموزش و پرورش مردم یک شهر را جبران کند. او می گفت که هیچ اسراف با اتلاف ثروت ملی بالاتر از این نیست که بگذاریم نابغه ای که در یک خانواده نادار و گمنام به دنیا آمده است، عمر خود را در انجام دادن کار کم اهمیتی صرف کند. آرتور لوییس در کتاب نظریه رشد اقتصادی؛ آموزش و پرورش را به دو نوع سرمایه گذاری و کالای مصرفی طبقه بندی می کند. او آموزش و پرورش سرمایه گذاری را در شمار عناصر مهم توسعه اقتصادی به شمار می آورد. سقراط درباره اهمیت آموزش و پرورش می‌گوید که آموزش و پرورش باید دانش هایی را که موجب شکوفا شدن قدرت تفکر انسان می شود، در اختیار وی بگذارد. وی می گوید که آموزش و پرورش باید دانش‌هایی را که موجب شکوفا شدن توان اندیشیدن می‌شود در دسترس انسان بگذارد. ارسطو هدف و غایت آموزش و پرورش را فهمیدن و اندیشیدن می داند و بزرگترین سعادت و نیک بختی انسان را تحقق هستی وی می شمارد. آلفرد نورث وایتهد با بی مرز دانستن جهان بر این باور بود که انسان یک هستی زنده است و آموزش و پرورش باید خودپروری وی را بر انگیزاند و وی را هدایت کند. بنابراین آموزش و پرورش باید فراگردی باشد که انسان را از هر وضعی که دارد به وضعی دیگر و برتر بالا برد و "بودن های" محدود وی را به "شدن‌های" نامحدود مبدل سازد. آموزش و پرورش کلید به راستی رساندن هستی انسان و شکوفا کردن همه توانایی های سرشتی ای است که در درون هستی وی نهفته است. بنابراین آموزش و پرورش مستمر کارکنان یک سازمان سبب چابک شدن نیروی کار و منابع انسانی سازمان، و در نتیجه پاسخگویی به تغییرات غیر منتظره در محیط کسب و کار می گردد.

ب- تلفیق و یکپارچگی در برگیرنده شاخص های" اجرای همزمان فعالیت ها، قابل دسترس بودن اطلاعات برای همه کارکنان سازمان و تلفیق و یکپارچگی مؤسسه‌ای"، رتبه دوم را بعد از آموزش و پرورش کسب کرده است. این نتیجه نشان می دهد که اگر چه سازمان های تولیدی قبلا با ساختار بوروکراسی و دپارتمانی در اقتصاد تولید قرن بیستم موفق بودند، و سارمان بوروکراسی به رشد و شکوفایی آنها کمک بسیاری نموده است، اما امروزه برای کسب موفقیت در عرصه رقابت جویی به همکاری و تشریک مساعی همه اعضای سازمان از طریق توسعه مرزهای دپارتمانی مختلف، مشارکت همه واحدها و سطوح مختلف سازمانی، بهره مندی از ایده ها و نظرات همه افراد از دپارتمان های مختلف سازمان برای تولید یک محصول جدید نیاز است. اگرچه قبلا سازمان ها برای تولید یک محصول فقط به واحدهای تحقیق و توسعه و متخصصان و خبرگان آن وابسته بودند، اما موفقیت در اقتصاد دانشی و پاسخگویی به نیاز های در حال تغییر مشتریان نیازمند همه مغزهای سازمان است.

پ- در صنعت فولاد خوزستان، قابلیت چابکی مشارکت با شاخص های "روابط مبتنی بر اعتماد با مشتریان و تأمین کنندگان، رابطه نزدیک با تأمین کنندگان، رابطه استراتژیک با مشتریان و شکل دادن سریع مشارکت ها"، سومین رتبه را به خود اختصاص داده است. مشارکت پدیده‌ای است که در اقتصاد دانشی و نوآوری بیش از هر زمان دیگری بر روی آن تأکید می شود. سازمان های تولیدی می توانند از طریق برقراری روابط با مشتریان و تأمین کنندگان، و در نتیجه تلفیق دانش مشتریان، تأمین کنندگان، و دانش سازمانی، محصولی مطابق سلائق و خواسته های مشتری تولید کنند و از این طریق برای مشتری، و در نتیجه برای سازمان، ارزش تولید نمایند.

ت- قابلیت چابکی فنآوری، که معرف رهبری در استفاده از فنآوری های جاری، آگاهی از فنآوری، فنآوری های تولید منعطف، و فنآوری های بهبود و ارتقای دانش و مهارت است، در صنعت فولاد خوزستان، رتبه چهارم راکسب نموده است. محققان بسیاری در حوزه چابکی و چابکی تولید بر نقش فنآوری در کمک به سازمان های تولیدی در دستیابی به چابکی تولید تأکید نموده اند. سازمان ها برای مقابله با تغییرات پیش بینی نشده در مدل و ترکیب محصولات نیازمند فنآوری هایی هستند که علاوه بر قابلیت تولید محصولات جدید و متنوع، سرعت لازم برای آماده سازی و تغییر وضعیت تولید سفارش های مختلف را نیز داشته باشد. نیازمندی های فنآورانه تولید چابک دو نوع هستند: الف- نیازمندی های سخت افزاری، که شامل تجهیزات و ابزارها است. ب- نیازمندی های نرم افزاری، که شامل فنآوری و سیستم های اطلاعاتی است. در یک محیط تولید جهانی، فنآوری اطلاعات نقش غالب تلفیقی شرکت های توزیع شده به‌طور فیزیکی را ایفا می کند. فنآوری های توانا ساز چابکی تولید عبارتند از: رباتیک ها، سیستم های ماشینی خودکار، ابزارهای ماشینی کنترل شده به طور عددی، طراحی به کمک کامپیوتر، و تولید به کمک کامپیوتر، ابزارهای نمونه سازی سریع، وب، تبادل الکترونیکی داده ها، تجارت الکترونیکی و چندرسانه ای.

ث- نتایج تحقیق نشان می دهد که چهار قابلیت بازار(شامل واکنش به نیازمندی های در حال تغییر بازار، معرفی محصول جدید، رضایت مشتری، نوآوری برای تحریک مشتری)، رفاه و سعادت کارکنان(شامل شاخص رضایت کارکنان)، تغییر(شامل شاخص های فرهنگ تغییر و بهبود مستمر)، و شایستگی(شامل قابلیت های چند کاره، اعمال و اقدام های کسب و کاری دشوار برای کپی برداری) به ترتیب رتبه های۷، ۸، ۹ و ۱۰ (آخرین رتبه ها)را به خود اختصاص داده اند. این نتایج نشان می دهد که در صنعت فولاد خوزستان، به چهار قابلیت مهم و بنیادین چابکی تولید توجه اندکی معطوف شده است . این نتایج نشان می دهد که صنعت فولاد خوزستان در این سه قابلیت تولید چابک دارای ضعف می باشد.

فهم سریع نیازمندی های منحصر به فرد هر مشتری و تأمین سریع آنها برای فعالیت در اقتصاد دانشی و نوآوری و رقابت در عصر ارتباطات و اطلاعات لازم و ضروری است. سازمان های تولیدی باید مطلع و آگاه باشند که رقابت‌جویی و رمز بقا در اقتصاد دانشی و نوآوری، و در نتیجه کسب موفقیت و رشد در آن نیازمند ایجاد ارزش برای مشتری است؛ بنابراین لازم است که از نیازمندی‌های در حال تغییر بازار مطلع شوند و متناسب با نیازهای مشتری، محصولات و خدمات خود را طراحی و مطابق

سفارش مشتری به بازارعرضه کنند، که این امر خود مستلزم استفاده هوشمندانه از افراد و اطلاعات در سازمان است.

در متون بازاریابی، از کارکنان سازمان به عنوان مشتریان داخلی سازمان نام برده شده است. کارکنان راضی می‌توانند از طریق تولید و کاربرد ایده های جدید در تولید محصولات و ارائه خدمات سازمان برای سازمان ارزش آفرینی کنند. در اقتصاد دانشی، و نیز متون مدیریت دانش بر روی نگهداشت رضایت کارکنان، و بر روی داشتن توامان قلب و مغز نیروی کار فرهیخته، توانمند و دانشی تأکید می‌شود. در متون مدیریت دانش بیان شده است که نیروی کار فرهیخته و دانشی ناراضی، سازمان فعلی را برای یافتن سازمان دیگری ترک می کند. در واقع در اقتصاد دانشی وقتی او ناراضی باشد، از مغز خود برای بهینه تر کردن نتایج و بازده های سازمانی و در نتیجه ارزش آفرینی برای سازمان استفاده نمی کند. گلمن و همکارانش از کارکنان به عنوان یک دارایی کلیدی و مهم برای شرکت نام می برند، و استفاده اهرمی از افراد و منابع انسانی سازمان را یکی از اهداف چابکی و یکی از ابعاد شکل جدید رقابت صنعتی می داند . بنابراین تأکید خاص بر توسعه نیروی کار از طریق آموزش، کار تیمی، آموزش و پرورش و توانمند سازی تأکید فراوان می شود.

تغییر و بالتبع عدم اطمینان، ویژگی ذاتی عصر ارتباطات و اطلاعات است و تنها چیزی که ثابت است، تغییر است. همچنان‌که هاین خاطر نشان کرده است، هیچ چیز جدیدی درباره تغییر وجود ندارد، اما امروز تغییر بیش از هر زمان دیگری به سرعت رخ می دهد. در حالی که بسیاری از این تغییرات می تواند پیوسته ملاحظه گردد، برخی تغییرات بسیار مخل و مخرب هستند که می تواند به‌طور برجسته ای بر روی توانایی شرکت ها برای حفظ بقا تاثیر سوء بگذارند. از این رو سازمان های تولیدی باید آگاه باشند که ناتوانی در مدیریت تغییرات و تلاطم های محیط کسب و کار می تواند منشاء شکست و ناکامی آنها شود.

برطبق نتایج این تحقیق، شایستگی، به عنوان قابلیت چابکی تولید/ تولید چابک، آخرین رتبه را در صنعت فولاد خوزستان به خود اختصاص داده است، که مبین ضعف صنعت فولاد خوزستان در داشتن شایستگی های بنیادین در عرصه رقابت جهانی است. بر طبق رویکرد منبع مدار، شایستگی های یک سازمان در حوزه های مختلف می تواند آن را از سایر رقبا و در نتیجه در بازار های رقابتی متمایز سازد. یک شایستگی زمانی می تواند منبع برتری رقابتی محسوب گردد، که از چهار ویژگی برخوردار باشد: الف- ارزشمند باشد. ب- نادر وکمیاب باشد. ج- غیر قابل جایگزین باشد یا جایگزینی آن به دشواری انجام شود. د- غیر قابل کپی برداری باشد یا کپی برداری آن دشوار باشد. در مجموع، این نتایج نشان می دهد که یک سازمان وقتی می تواند به چابکی در تولید دست یابد که دارای نیروی کار چابک باشد. نیروی کاری که انگیزه یادگیری مستمر، یادگیری مجدد داشته باشد. یک چنین نیروی کاری وقتی می تواند برای سازمان، و در نتیجه ترقی و تعالی آن کوشش کند که با انگیزه باشد، از کار در سازمان احساس خرسندی و خشنودی نماید، تغییرات در محیط را احساس کند، درک کند، و به خوبی واکنش نشان دهد.

منابع

۱- محمد علی طوسی(۱۳۶۹). آموزش و پرورش منابع انسانی ضرورت مدیریت امروز و فردا، مدیریت دولتی، شماره ۹. ص ص. ۲۶- ۴۳.

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

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

4- Avella,L., Vazquz-Bustelo,D.(2005). Es La fabricacion agil un Nuevo modelo de produccion?, niversia Business Review, 6,94-107.

5- Bolwijn, P., Boorsma, T., Van Breukelen, Q.H., Brinkman,S., Kumpe,T. (1986). Flexible Manufacturing. Integrating Technological and Social Innovation, Elsevier, Amsterdam.

6- Booth,C., Hammer,M.,(1995). Agility, the future ceramic manufacturing, Ceramic

17- Gunasekaran,A.,(1999). Design and implementation of agile manufacturing systems, International Journal of Production Economics, 62(1/2),1-6.
18- Hormozi,A.M.(2001).Agile manufact-uring: the next logical step.Benchmarking ,8(2),132-143.
19- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Multiple attributes decision making methods and applications. Springer-Verlag.
20- Ismail,H.S., Snowden,S.P.,Poolton,J., Ried,L.R.,Arokiam,I.(2006).Agile manufacturing framework and Practice, International Journal Agile Systems and Management,1(1),11- 28.
21- Jin-Hai,Li., Anderson,A.R., & Harrison,R.T.(2003).The evolution of agile manufacturing, Business Process Management Journal. 9(2).170-189
22- Jain,N.K., Jain,V.K.(2001). Computer aided process planning for agile manufacturing environment Strategy, Elsevier, Oxford, 515-534.
23- Jackson,M., Johansson,C.(2003). An agility analysis from a production system perspective, Integrated Manufacturing Systems,14(6),482-488.
24- Kahraman, C., Beskese, A., & Ruan, D. (2004). Measuring flexibility of computer integrated manufacturing systems using fuzzy cash flow analysis. Information Systems. 168,77–94
25- Lin,C.-T., Chiu,H., Chu, P.-Y.(2006), Agility index in the supply chain, International Journal of Production Economics,100(2),285-299.
26- Lin,C.-T., Chiu,H., Tseung,.-H.(2006).Agility evaluation using fuzzy logic,International Journal of Production Economics,101(2),353-368.
27- Meade,L., Sarkis,J.(1999), " Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing process: An Analytical network approach,Journal of Production Reseach,37(2),241-261.
28- Mead,L.M.,Rogers, K.J.(1997). A method for analyzing agility alternatives Engineering Science Proceedings, 16(1), 220-225.
7- Dove,R., Hartman, S., Benson,S., (1997). An agile enterprise reference model with a Case study of Remmele Engineering, Agility forum,USA.
8- Dubois, D; Prade, H, (1979).What Are Fussy Rules and Hoe to Use Them. Fuzzy Sets and systems, 6, 45-61.
9- Dyer,L., Shafer,R.(2003). Dynamic organizations: achieving market-place and organizational agility with people. In: Peterson,R.S., Mannix. E.A.(Eds), Leading and managing people in the Dynamic organization. Laurence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
10- Forum,(1994). Agile Manufacturing Enterprise Forum. Bethlehem, PA.
11- Giachetti, R.E., Martinez, L.D., Saenz, O.A., Chen, C.S., (2003).Analysis of the structural measures of flexibility and agility using a measurement theoretical framework. International Journal of Production Economics 86 (1), 47–62.
12- Goldman,S.L., Nagel,R.N.(1993), Management, technology and agility: the emergence of a new era in manufacturing, International Journal of Technology management, (1/2),18-38.
13- Goldman et,S.L.,Negel,R.N., Preiss,K.(1995), Agile Competitors and Virtual organization, Strategy for Enriching the customer,Van Nostrand,Reinhold,USA.
14- Goldman,S.L.,Nagel,R.N.(1991).21st Century Manufacturing Enterprise Strategy:An Industry-Led View, Iacocca Institute, Lehigh University, Beghlehem,PA.
15- Gunasekaran,A.(1998). Agile manufacturing: enablers and an implementation framework, International Journal of Production Research,36(5), 1223-1247.
16- Gunasekaran,A.(1999). Agile manufacturing: a framework for research and development, International Journal of Production Economics,62(1/2),87-106.

for business processes, Proceedings of the Sixth Industrial Engineering Research Conference, Miami Beach,FL,960-965.
29- Roth,A.A.,(1996). Achieving strategic agility through economies of knowledge. Strategy and leadership, 24(2).
30- Sharifi,H., Zhang, Z.(1999). A methodology for achieving agility in manufacturing organizations, an introduction, International Journal of Production Economics,62(1-2),7-22.
31- Sharifi, H., Zhang, Z.(2001).Agile manufacturing in practice-Application of the methodology. International Journal of Operations and Production Management 21 (5/6).772–794
32- Sharifi,H., Colquhoum,G., Barclay, I., Dann,Z.,(2001). Agile manufacturing: a management and operational framework, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineering-Part B Engineering Manufacturing, 215(6), 857-869.
33- Sharp,J.M., Irani,Z., Desai,S.,(1999). Working towards agile manufacturing in the UK industry. International Journal of Production Economics,62(1 , 2),155-169.
34- Sheridan,J.H.,(1993). Agile manufacturing: stepping beyond lean production, Industry Week, 242(8), 30-46.
35- Tidd , J., Bessant, J., Pavitt,K.,(1997). Managing Innovation,Wiley, Chichester.
36- Tsourveloudis,N.C., Valavanis, K.P.(2002), On the measurement of enterprise agility,Journal of Intelligence and Robatic Systems, 33(3),329-342.
37- Van Assen,M.F.,(2000). Agile-based competence management: the relation between agile manufacturing and time-based competence management, International Journal of Agile Management Systems,2(2),142-155.
38-Van hoek,R.I.,Harrison,A. Christopher, M.(2001), Measuring agile capabilities in the supply chain.International Journal of Operations and production Management, 21(1-2),126-147.
39- Yang, S.L., Li, T.F.(2002), Agility evaluation of mass customization product manufacturing, Journal of Materials Processing Technology 129(1-3),640-644.
40- Youssef ,M.A.(1992). Agile manufacturing: a necessary condition for competing in global markets. Industrial Engineering, 24(12),18-20.
41- Yusuf,Y.Y.,Adeleye,E.O.(2002). A comparative study of lean and agile manufacturing with related survey of current practices in the UK. International Journal of production Research, 40(17), 4545-4562.
42- Yusuf,Y., Sarhadi,M., Gunasekaran, A.(1999). Agile manufacturing: the drivers,concepts and attributes, International Journal of Production Economics,Vol.62,33-43.
43- Zadeh, L.A.(1965).Fuzzy sets, Information and Control 8 (3), 338–353.
44- Zadeh,L.A.(1973). Outline of a new approach to the analysis of comples systems and decision processes,IEEE Trans.System., Man., Cybernetics, SMC-3,28-44.
45- Zhang,Z., Sharifi,H.(2000),A methodology for achieving agility in manufacturing organizations, International Journal of Operations& Production Management, 20(4),496-512.
46- Zhao, R., & Govind,R(1991) Algebraic characteristics of extended fuzzy number, Information science,54,103-130.