



## سنجش و رتبه‌بندی قابلیت‌های تولید چابک در صنعت فولاد خوزستان با متدولوژی آنروپی 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. هر چند 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<sup>۱</sup>، منطق فازی، و تکنیک آنروپی 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 امتیاز کسب کرده اند.

### واژه‌های کلیدی:

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

<sup>1</sup>- Analytic hierarchical process

## ۱- مقدمه

محیط صنعتی در طی دو دهه گذشته با تغییرات سریع بی‌سابقه و بنیادین غیر قابل پیش بینی در فناوری، شرایط بازار و نیازمندی‌های مشتری مواجه بوده است. در مقابل این زمینه رقابتی جدید، سازمان‌های زیادی، درک و شناخت مجدد شایستگی‌های متمایز خود را آغاز کرده‌اند 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 پذیرفته‌اند. پذیرش همه این اقدامات و ابزارها به وسیله 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 می‌گردد (گلدمن و دیگران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵). تولید چابک، مدل منعطفی است که می‌تواند به سرعت با تغییرات در محیط کسب و کار انطباق یابد و نیازهای مشتریان آگاه، مطلع و متوقع را تأمین کند. آن نوآوری‌ها در تولید، فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات را با طراحی مجدد بنیادین سازمانی و استراتژی‌های بازاریابی جدید پیوند می‌دهد (گاناسکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹)، و پتانسیل و توانش عظیم و کلان برای کاهش هزینه‌های تولید، افزایش سهم بازار، تأمین نیارهای مشتریان، کوتاه کردن زمان برای بازار، حذف فعالیت‌های ارزش نیفزای 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 دانسته‌اند (هرمزی، ۲۰۰۱). در واقع، آن به‌طور بالقوه، راهی برای وضعیت تولید کننده کلاس جهانی است (یوسف و آدیلیه<sup>۴</sup>، ۲۰۰۲).

در حالی که تحقیقات زیادی در باره "چابکی" چیست و "چگونه شرکت‌ها می‌توانند چابک شوند"، وجود دارد؛ کار اندکی بر روی سنجش چابکی یک شرکت و تعیین درجه چابکی آن بر حسب قابلیت‌های 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 قابلیت‌های چابکی و محرک‌های چابکی است.

این مقاله با هدف کمک به مدیران صنعت فولاد در اتخاذ 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 قابلیت‌های تولید چابک و شاخص‌های زیر مجموعه آنها ارائه دهد. مابقی مقاله به شرح ذیل سازماندهی می‌شود: در بخش دوم، مبانی نظری چابکی تولید/تولید چابک مرور می‌گردد. بخش سوم به شرح مختصر و موجز نظریه مجموعه فازی و تعاریف و عملیات فازی به کار رفته در این مقاله اختصاص یافته است. در بخش چهارم، متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی تشریح می‌گردد. بخش پنجم به روش شناسی تحقیق اختصاص یافته است. بخش ششم به یافته‌های تحقیق و نتیجه گیری می‌پردازد.

## ۲- مبانی نظری تحقیق

### ۲-۱- مفهوم تولید چابک

مفهوم تولید چابک ابتدا در گزارش استراتژی مؤسسه تولید مرکزی منتشر شده 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 مختلف 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 (چین‌های و دیگران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۳). برای مثال، دوو و همکارانش<sup>۶</sup> تولید چابک را توانایی یک تولید کننده کالاها و خدمات برای عمل

<sup>2</sup>- Goldman et al

<sup>3</sup>- Gunasekaran

<sup>4</sup>- Yusuf & Adeleye

<sup>5</sup>- Jin-Hai et al

<sup>6</sup>- Dove et al

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 به طور موثر عمل کند در حالی که تولید چابک برای شرایط متلاطم به علت پاسخگویی های استراتژیک و عملیاتی آن مناسب تر و مقتضی تر است. اما برخی تفاوت های مهم نیز بین آنها وجود دارد (بوث و هم<sup>۹</sup>، ۱۹۹۵). تولید چابک با یک رویکرد منعطف تر به سمت همکاری و تشریک مساعی بین شرکتی و توسعه مهارت های خلاق به وسیله مدیریت و نیروی کار، تولید یک سازمان، انطباق پذیر، رقابتی و نوآورانه شناسایی می شود. آن نیازمند یک دیدگاه کلی نسبت به شرکت (رس<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۷) و یک موضع استراتژیک جدید با ملاحظه عملیاتی است که باید به سمت انطباق فعالانه با تغییر جهت گیری کند و می تواند به وسیله تلفیق سه منبع - فنآوری، مدیریت و نیروی کار - در یک سیستم هماهنگ و به هم وابسته حاصل گردد (مای ده و سرکیس<sup>۱۱</sup>، ۱۹۹۹). همچنین تفاوت هایی با ملاحظه اهداف تعقیب شده به وسیله هر کدام از این مدل ها وجود دارد. تولید ناب، پاسخگویی را تحت الشعاع حداکثر کارایی و بهره‌وری (به وسیله کاهش ضایعات) قرار می دهد، در حالی که تولید چابک برای کارایی و پاسخگویی اهمیت همسانی قائل است (یوسف و دیگران<sup>۱۲</sup>، ۱۹۹۹). در کل، محققان ملاحظه می کنند که تولید چابک به شکل یک مدل تولید جدید برای رفع محدودیت های تولید ناب پدیدار شده است (آدیلیه و یوسف<sup>۱۳</sup>، 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 می دهد. بدین دلیل، تولید کنندگان چابک،

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، کوپین و همکارانش<sup>۷</sup> 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 به وسیله 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 به وسیله واکنش سریع و اثربخش به بازارهای در حال تغییر، برانگیخته شده به وسیله 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 نمودند که 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 به طور 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، به طور 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<sup>۸</sup>، ۱۹۹۳). مؤلفان متعددی به تولید چابک بر

<sup>9</sup>- Booth & Hammer

<sup>10</sup>- Roth

<sup>11</sup>- Meade & Sarkis

<sup>12</sup>- Yusuf et al

<sup>13</sup>- Adeleye & Yusuf

<sup>7</sup>- Quinn et al

<sup>8</sup>- Sheridan

محققان در این حوزه بوده است. از این رو مدل‌ها و چارچوب‌های مفهومی زیادی برای توسعه تولید چابک از سوی محققان ارائه شده است. نگاره (۱) برخی از متدولوژی‌ها و چارچوب‌های نظری و مفهومی ارائه شده توسط محققان برای توسعه تولید چابک/چابکی تولید را نشان می‌دهد.

## ۲-۳- شاخص‌های سنجش و اندازه‌گیری تولید چابک

مطالعات متعددی در زمینه تولید چابک، متریک‌ها و شاخص‌های اندازه‌گیری برای تولید چابک طرح کرده‌اند. دو نوع شاخص اندازه‌گیری تولید چابک وجود دارد: الف- شاخص‌های اندازه‌گیری عملیاتی برای تحقیق تجربی.

تولیدکنندگان منعطف ملاحظه می‌شوند که می‌توانند محصولات با کیفیت بالا، با هزینه اندک، با خدمات بهتر و زمان‌های تحویل کوتاه‌تر عرضه کنند (جین<sup>۱۴</sup>، ۲۰۰۱). در عمل، تولید چابک می‌تواند به وسیله تلفیق سازمان‌ها، افراد و فناوری در درون یک واحد معنی‌دار به وسیله آرایش و استفاده از فناوری‌های پیشرفته اطلاعاتی و ساختارهای سازمانی منعطف برای حمایت از افراد ماهر و کاردان، مطلع، بانگیزه و مشتاق حاصل گردد (گونا سکاران، ۱۹۹۹).

## ۲-۲- چارچوب‌های مفهومی و نظری توسعه تولید چابک

دستیابی به چابکی تولید، و چابک کردن تولید، یکی از دغدغه‌های گردانندگان سازمان‌های تولیدی، و نیز

### نگاره ۱. چارچوب‌های اصلی توسعه تولید چابک

مؤلف	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 به شرح 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 سینی‌ریزی 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: فراهم‌کنندگان چابکی، د: قابلیت‌های چابکی.
واز کوپز، باس تلو و همکاران	بر اساس مدل‌های چابکی پیشین، مرور ادبیات تحقیق و تحلیل چند مطالعه موردی، مفهومی از تولید چابک ارائه دادند که به تواناسازهای چابکی (اقدامات و اعمال تولید چابک) به شرح ذیل اشاره نموده‌اند: الف: منابع انسانی چابک، ب: تلفیق و یکپارچگی زنجیره ارزش، ج: مهندسی همزمان، د: فناوری‌های 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: فناوری‌ها د: افراد

محصولات فنآوری جدید اندازه‌گیری شود. آرتلا و گیاجیتی<sup>۲۱</sup> از مفهوم پیچیدگی به عنوان یک شاخص اندازه‌گیری جایگزین مفهوم چابکی استفاده نمودند. لین و همکارانش<sup>۲۲</sup> و تسور ویلودیس و والاوانیس<sup>۲۳</sup> بیان نمودند وقتی در شاخص‌های چابکی و تعاریف چابکی، ابهام و نادقیقی وجود دارد؛ واژه‌ها 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 و اطلاعات طرح نمودند. سپس پارامترها و شاخص‌های اندازه‌گیری 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، معیارهای 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. شریه‌های و همکاران به انعطاف‌پذیری، پاسخگویی، فرهنگ تغییر، سرعت، تلفیق و یکپارچگی و پیچیدگی اندک، کیفیت بالا و محصولات سفارش شده، بسیج و تجهیز شایستگی‌های بنیادین، مشتری، همکاری و تشریح مساعی به عنوان شاخص‌های سنجش تولید چابک اشاره نموده‌اند.

در این تحقیق، از شاخص‌های سنجش و اندازه‌گیری 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 آن‌ها در متون تحقیق چابکی تولید، به منظور سنجش و اندازه‌گیری قابلیت‌های تولید چابک در صنعت فولاد

ب- شاخص‌های اندازه‌گیری ساختاری برای بازنمایی‌های ریاضی. شاخص‌های اندازه‌گیری چابکی عملیاتی ابتدا توسط فروم بررسی شدند. فروم<sup>۱۵</sup>، ابتدا چهار بعد استراتژیک رقابت چابک را مطرح کرد، که بعد توسط گلن و همکارانش بسط یافت. دوو سنجش و اندازه‌گیری چابکی را در کنترل قابلیت یک فرآیند برای نشان دادن واکنش به یک تغییر پیش‌بینی نشده مفید دانست. میتیس و همکارانش<sup>۱۶</sup> حوزه‌های تجربه و خبرگی تغییر معرفی شده توسط دوو را به شبکه بندی چابک بسط دادند، که به عنوان یک متریک تولید چابک به کار رفته است. ون هووک و دیگران<sup>۱۷</sup> از نمایه شاخص چابکی یکپارچه و شاخص موزون چابکی استفاده نموده‌اند. نمایه شاخص چابکی به صورت ترکیب سطوح قوی قابلیت‌های چابکی تعریف می‌شود، و شاخص موزون چابکی به معنای وزن دادن به قوت هر قابلیت چابکی بر حسب درجه اهمیتش است (یانگ و لی<sup>۱۸</sup>، ۲۰۰۲). از این رو، کومار و موت وان<sup>۱۹</sup> 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 به کار رفته است. نمایه چابکی، ارزش و مقدار ترکیبی موضع چابکی استراتژیکی یک شرکت را بر روی یک مقیاس درصدی تعیین می‌کند. نمایه چابکی به‌طور تجربی توسط مارتیز<sup>۲۰</sup> تست شده است. وی رویکرد حسابرسی برای انجام یک مطالعه متمرکز را از ۸۰ تولیدکننده 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 آدیلبیه با تحلیل تطبیقی تولید چابک و تولید ناب به توسعه و تشریح شاخص‌های اندازه‌گیری قابلیت‌های چابکی ارزیابی شده در تحقیق توجه زیادی نکرده‌اند. اما آنها طرح نموده‌اند که چابکی می‌تواند به‌وسیله هزینه اندک و پایین، کیفیت، سرعت، قابلیت وابستگی، تنوع تولید، انعطاف‌پذیری و رهبری در

15 - Forum

16- Metes et al

17- Van hoek et al

18- Yang &amp; Li

19- Kumar &amp; Motwani

20- Martinez

21- Arteta &amp; Giachetti

22- Lin et al

23- Tsourveloudis &amp; Valavanis

توصیف‌های زبانی در کل نسبت به توصیف‌های عددی؛ کمی خاص‌تر و دقیق‌تر 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 قضاوت‌های فازی با کاربرد اصل تعمیم به‌کار رفته در نظریه مجموعه فازی کمی می‌شود. در ادامه، برخی مفاهیم و عملیات حساب فازی به‌کار رفته در این مقاله مرور می‌گردد.

تعریف ۱. یک مجموعه فازی، یک دسته موضوع، یا پیوستاری از درجات عضویت است که درجه عضویت می‌تواند 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 می‌شود که هر عضو  $x$  در  $X$  یا یک عدد حقیقی  $[0,1]$  بازنمایی می‌گردد.

خوزستان استفاده شده است. نگاره (۲) این ده قابلیت چابکی و شاخص‌های زیرمجموعه آنها را نشان می‌دهد.

### ۳- رویکرد فازی: مفاهیم و عملیات فازی

زاده<sup>۲۴</sup>، نظریه مجموعه فازی را برای برخورد با عدم اطمینان به علت نادقیقی و ابهام معرفی کرد. نظریه مجموعه فازی، یک ابزار کامل جهت مدل‌سازی 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 موقعیت‌هایی فراهم می‌کند که مبهم هستند و یا خوب تعریف نشده‌اند (قهرمان و دیگران<sup>۲۵</sup>، ۲۰۰۴). آن، رویکردی برای تحلیل مسائلی است که پیچیده یا بیمارگونه هستند و تحلیل‌شان توسط روش‌های سنتی مرسوم حساس است. منطق فازی، اولین گام در رویکرد غیر عددی است که به‌کاربر امکان می‌دهد قضاوت‌های 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

### نگاره ۲. شاخص‌های سنجش و ارزیابی تولیدچابک ارائه شده توسط یوسف و همکارانش

قابلیت‌های اصلی تولید چابک	شاخص‌های 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
فناوری	آگاهی از فناوری، رهبری در استفاده از فناوری‌های جاری، فناوری‌های بهبود و ارتقا دهنده دانش و مهارت، فناوری‌های تولید منعطف
کیفیت	کیفیت بر روی 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 تامین‌کنندگان، شکل دادن سریع مشارکت، رابطه استراتژیک با مشتریان، رابطه نزدیک با تامین‌کنندگان.
بازار	معرفی محصول جدید، نوآوری‌ها به تحریک مشتری، رضایت مشتری، واکنش به نیازمندی‌های 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

تعریف ۴- 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،  $k = 1, 2, \dots, I$ ؛ 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<sup>۲۷</sup> به علت سادگی و عدم نیاز به قضاوت فردی آنالیست استفاده نموده است. بنابراین عدد فازی  $\tilde{A}$  با استفاده از فرمول (۱۰) فازی زدایی و کریسپ می شود.

$$dyfuzzy(\tilde{A}) = \frac{[(c_1 - a_1) + (b_1 - a_1)]}{3} + a_1 \quad (۱۰)$$

#### ۴- متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی

وقتی داده ماتریس تصمیم مشخص باشد، می‌توان به جای ماتریس مقایسه زوجی ساعتی از تکنیک آنتروپی و روش لینمپ<sup>۲۸</sup> 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

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<sup>۲۶</sup>، ۱۹۷۹).

تعریف ۲- یک عدد فازی مثلثی  $\tilde{A}$  به وسیله یک سه وجهی  $\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1)$  نشان داده شده است و تابع عضویت آن به صورت ذیل تعریف شده است:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x - a_1)}{(b_1 - a_1)}, & a_1 \leq x \leq b_1 \\ \frac{(c_1 - x)}{(c_1 - b_1)}, & b_1 \leq x \leq c_1 \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (۱)$$

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

قوی ترین درجه عضویت پارامتر،  $b_1$  است که عبارت است از  $f_x(b) = 1$ ، درحالی که  $a_1$  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.

تعریف ۳. 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  $\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1)$  و  $\tilde{B} = (a_2, b_2, c_2)$  به شرح ذیل است:

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} \equiv (a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2) \quad (۲)$$

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

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

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

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

<sup>27</sup> - Center- of- area

<sup>28</sup> - linmap

<sup>26</sup>- Dubois & Prade

$E$ : مجموعه اعضای مشارکت کننده در فرآیند ارزیابی

$$E = \{E_1, E_2, \dots, E_k, \dots, E_l\}$$

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  $(\tilde{H}_{MA})$  مشتمل بر درجات اهمیت معیارهای اصلی تعیین شده توسط هر خبره و مشارکت کننده در فرآیند سنجش و ارزیابی ساخته می شود.

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

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 به کار رفته در این مقاله معرفی می گردد.

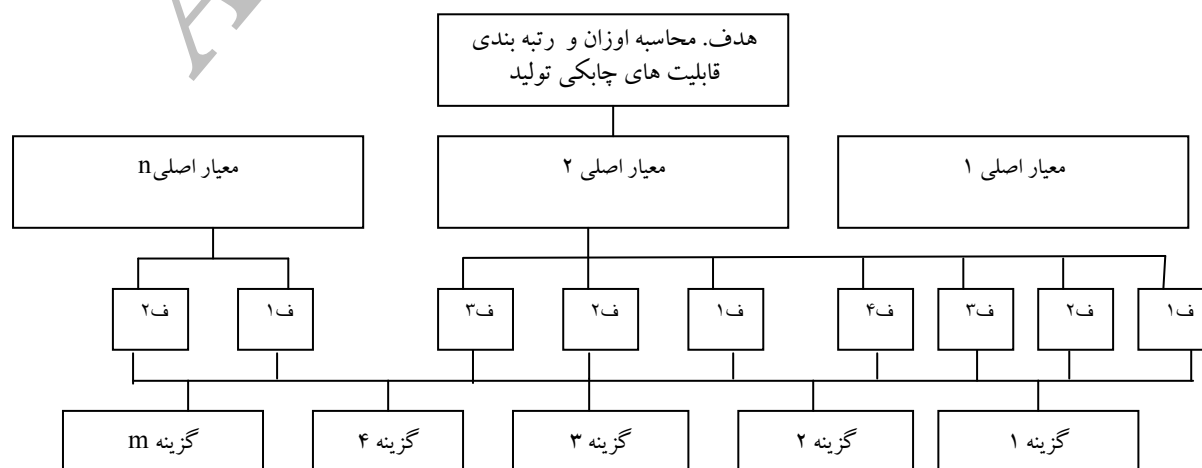
$X$ : مجموعه معیارهای اصلی

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

$A$ : مجموعه گزینه های تصمیم

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

نگاره ۳. سلسله مراتبی ملاحظه شده در الگوریتم متدولوژی آنتروپی فازی سلسله مراتبی





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

$$\tilde{H}_{MA}^g = \begin{matrix} MA_1 \\ \vdots \\ MA_j \\ \vdots \\ MA_n \end{matrix} \left| \begin{matrix} \tilde{w}_{c_1}^g \\ \vdots \\ \tilde{w}_{c_j}^g \\ \vdots \\ \tilde{w}_{c_n}^g \end{matrix} \right. \begin{matrix} Goal \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{matrix}$$

دومین ماتریس  $(\tilde{H}_{SA}^g)$ ، اوزان معیارهای فرعی را با  
ملاحظه معیارهای اصلی نشان می‌دهد. سپس ماتریس  
قضاوت گروهی و تجمیعی  $(\tilde{H}_{SA}^g)$  بر روی معیارهای اصلی  
از طریق فرمول‌های (۷)، (۸) و (۹) محاسبه می‌گردد.  $\tilde{w}_{c_{jj}}^g$   
وزن تجمیعی فازی محاسبه شده از طریق فرمول‌های

$$\tilde{w}_T^g = \tilde{w}_{c_j}^g \otimes \tilde{w}_{c_{jr}}^g \quad (11)$$

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

$$\tilde{H}_{SA}^g = \begin{matrix} SA_{11} \\ SA_{12} \\ \vdots \\ SA_{1, r-1} \\ SA_{21} \\ SA_{22} \\ \vdots \\ SA_{2, r-2} \\ \vdots \\ SA_{c_{jr}} \\ \vdots \\ SA_{n1} \\ SA_{n2} \\ \vdots \\ SA_{nm} \end{matrix} \left[ \begin{matrix} \tilde{w}_{c_{11}}^g & 0 & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \tilde{w}_{c_{12}}^g & 0 & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{w}_{c_{r-1}}^g & 0 & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \tilde{w}_{c_{21}}^g & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \tilde{w}_{c_{22}}^g & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & \tilde{w}_{c_{2, r-2}}^g & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \tilde{w}_{c_{jr}}^g & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & \tilde{w}_{n1}^g \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & \tilde{w}_{n2}^g \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & \tilde{w}_{nm}^g \end{matrix} \right]$$

سومین ماتریس ( $\tilde{I}_{SA}^g$ ) به وسیله تجمیع مقادیر فازی به دست 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 می گردد (نگاره ۶).  
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

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

ب- فازی زدایی ماتریس قضاوت فازی تجمیعی مشارکت کنندگان. از آنجا 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

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

باشد. لازم به ذکر است  $m$  معرف تعداد گزینه های تصمیم یا موارد ارزیابی است.

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

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

ز. محاسبه وزن معیار  $J$  از طریق فرمول (۱۵).

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

پ. محاسبه نتایج انعکاسی معیار  $J$ ، از طریق فرمول (۱۲).

$$p_{ij^o} = \left( \frac{d_{ij^o}^g}{\sum_{j^o=1}^n d_{ij^o}^g} \right), \forall i, j^o$$

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

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

$f$  یک عدد ثابت است که از طریق  $f = \frac{1}{m}$  محاسبه می گردد و تضمین می کند که  $0 \leq E_{j^o} \leq 1$  برقرار

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) به وسیله 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) تبدیل شدند، و ماتریس های قضاوت فازی (اولین، دومین و سومین ماتریس نمایش داده شده در نگاره های ۴، ۵، ۶، ۷) تشکیل گردید.

### ۳-۵- 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.

ز. وقتی که تصمیم گیرندگان و خبرگان برای شاخص های فرعی قابلیت های چابکی تولید، اوزان ذهنی  $\lambda_j$  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 ( $\tilde{w}_T^s$ ) به عنوان  $\lambda_{c_{frj}}$  طبق فرمول (۱۱) (در بند 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

#### ۱-۵- 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.

#### ۲-۵- 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

## نگاره ۸. مقیاس کیفی- زبانی به کار رفته برای کسب دانش و فضاوت خبرگان

متغیرهای زبانی برای تعیین درجات اهمیت شاخص 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	(۰.۵، 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، ۰.۱، ۰.۳)	کم	(۰، ۱، ۳)
بسیار کم اهمیت	(۰، ۰، ۰.۱)	بسیار کم	(۰، ۰، ۱)

## ۶- نتایج و یافته های تحقیق:

و ارتقای دانش و مهارت"، "تصمیم گیری غیر متمرکز، تیم های میان وظیفه ای، شکل دادن سریع مشارکت ها"، "فرهنگ تغییر و کیفیت بر روی زندگی محصول، رابطه استراتژیک با مشتریان" رتبه های یازده تا هفده را به ترتیب کسب کرده اند. همچنین نتایج تحقیق نشان می دهد که شاخص های "روابط نزدیک با تأمین کنندگان، محصولات با ارزش افزوده اساسی و اجرای همزمان فعالیت ها"، "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"، "فناوری های تولید منعطف" و "قابلیت های چندکاره" به ترتیب رتبه های هفده تا ۲۵ را به خود اختصاص داده اند. همچنین نتایج به دست آمده از تجزیه امتیازها و اوزان شاخص های مرتبط با یک قابلیت تولید چابک (نگاره ۱۱) نشان می دهد که قابلیت آموزش و پرورش، بیشترین وزن؛ و قابلیت شایستگی، کمترین وزن را کسب نموده اند.

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. همچنان که 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 فناوری 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 فناوری"، "زمان کوتاه سیکل توسعه محصول"، "طراحی درست برای اولین بار، فناوری بهبود

## نگاره ۹. اوزان تجمیعی فازی قابلیت‌های تولید چابک و شاخص‌های فرعی قابلیت‌های تولید چابک

قابلیت‌های تولید چابک	اوزان تجمیعی فازی: $\tilde{W}_{c_j}^g$	شاخص‌های فرعی قابلیت‌های تولید چابک (معیارهای سطح دوم)	اوزان: $\tilde{W}_{c_{ij}}^g$	اوزان فازی تعاملی: $\tilde{W}_T^g$ : شاخص‌های فرعی قابلیت‌های تولید چابک
تلفیق و یکپارچگی	(۰.۷، ۱، ۱)	اجرای همزمان فعالیت‌ها	(۰.۵، ۰.۸، ۱)	(۰.۳۵، ۰.۸، ۱)
		تلفیق و یکپارچگی مؤسسه	(۰.۱، ۰.۸، ۱)	(۰.۷، ۰.۸، ۱)
		قابل دسترس بودن اطلاعات برای کارکنان	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۳۵، ۰.۹، ۱)
شایستگی	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	اعمال و اقدام کسب و کار توسعه یافته مشکل برای کپی برداری	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۲۵، ۰.۸۱، ۱)
		قابلیت‌های چند کاره	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۲۵، ۰.۸۱، ۱)
تیم‌سازی	(۰.۳، ۰.۹، ۱)	تضمیم‌گیری غیر متمرکز	(۰.۱، ۰.۸، ۱)	(۰.۰۳، ۰.۷۲، ۱)
		افراد توانمند کارکننده در قالب تیم‌ها	(۰.۳، ۰.۸، ۱)	(۰.۰۹، ۰.۷۲، ۱)
		تیم‌های میان‌وظیفه‌ای	(۰.۳، ۰.۹، ۱)	(۰.۰۹، ۰.۸۱، ۱)
		تیم‌ها در عرض مرزهای شرکت	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۱۵، ۰.۸۱، ۱)
فناوری	(۰.۳، ۰.۹، ۱)	آگاهی از فناوری	(۰، ۰.۸، ۱)	(۰، ۰.۷۲، ۱)
		رهبری در استفاده از فناوری‌های جاری	(۰.۳، ۰.۸، ۱)	(۰.۰۹، ۰.۷۲، ۱)
		فناوری بهبود و ارتقای دانش و مهارت	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۱۵، ۰.۸۱، ۱)
		فناوری‌های تولید منعطف	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۱۵، ۰.۸۱، ۱)
کیفیت	(۰.۳، ۰.۹، ۱)	کیفیت بر روی زندگی محصول	(۰.۳، ۰.۹، ۱)	(۰.۰۹، ۰.۸۱، ۱)
		محصولات با ارزش افزوده اساسی	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۱۵، ۰.۸۱، ۱)
		طراحی درست برای اولین بار	(۰.۳، ۰.۹، ۱)	(۰.۰۹، ۰.۸۱، ۱)
		زمان کوتاه سیکل توسعه محصول	(۰.۳، ۰.۸، ۱)	(۰.۰۹، ۰.۷۲، ۱)
تغییر	(۰.۳، ۰.۷، ۱)	فرهنگ تغییر	(۰.۵، ۰.۸، ۱)	(۰.۱۵، ۰.۵۶، ۱)
		بهبود مستمر	(۰.۷، ۰.۹، ۱)	(۰.۲۱، ۰.۶۳، ۱)
مشارکت	(۰.۳، ۰.۸، ۱)	روابط مبتنی بر اعتماد با مشتری و تأمین‌کننده	(۰.۱، ۰.۷، ۱)	(۰.۰۳، ۰.۵۶، ۱)
		شکل دادن سریع مشارکت‌ها	(۰.۷، ۰.۹، ۱)	(۰.۲۱، ۰.۷۲، ۱)
		رابطه استراتژیک با مشتریان	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۱۵، ۰.۷۲، ۱)
		روابط نزدیک با تأمین‌کنندگان	(۰.۷، ۱، ۱)	(۰.۲۱، ۰.۸، ۱)
بازار	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	واکنش به نیازمندی‌های در حال تغییر بازار	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۲۵، ۰.۸۱، ۱)
		معرفی محصول جدید	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۲۵، ۰.۸۱، ۱)
		نوآوری به تحریک مشتری	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۲۵، ۰.۸۱، ۱)
		رضایت مشتری	(۰.۷، ۱، ۱)	(۰.۳۵، ۰.۹، ۱)
آموزش و پرورش	(۰.۷، ۰.۹، ۱)	آموزش و توسعه مستمر	(۰.۷، ۱، ۱)	(۰.۴۹، ۰.۹، ۱)
		سازمان یادگیرنده	(۰.۵، ۰.۹، ۱)	(۰.۳۵، ۰.۸۱، ۱)
		افراد منعطف و چند مهارته	(۰.۷، ۱، ۱)	(۰.۴۹، ۰.۹، ۱)
		ارتقای مهارت نیروی کار	(۰.۳، ۰.۹، ۱)	(۰.۲۱، ۰.۸۱، ۱)
رفاه و سعادت	(۰.۳، ۰.۸، ۱)	رضایت کارکنان	(۰.۷، ۱، ۱)	(۰.۲۱، ۰.۸، ۱)

## نگاره ۱۰. اوزان شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک در صنعت فولاد خوزستان و رتبه بندی آنها

رتبه	وزن کریسپ $W_{c_{r_j}}^o$	وزن فازی $\tilde{W}_{c_{r_j}}^o$	$W_{c_{r_j}^o}$	$d_{c_{r_j}^o}$	$E_{c_{r_j}^o}$	شاخص های فرعی قابلیت های تولید چابک
۱۸	۰.۰۰۹۲	(۰.۰۰۰۴, ۰.۰۰۱۰, ۰.۰۰۰۱)	۰.۰۱۳	۰.۰۰۲۲	۰.۹۹۸	اجرای همزمان فعالیت ها
۴	۰.۰۰۴۲	(۰.۰۰۰۵, ۰.۰۰۵۳, ۰.۰۰۰۷)	۰.۰۰۷	۰.۰۰۱۳	۰.۹۹۹	تلفیق و یکپارچگی مؤسسه
۱	۰.۰۰۵۰	(۰.۰۰۲۳, ۰.۰۰۰۶, ۰.۰۰۰۷)	۰.۰۰۷	۰.۰۰۱۳	۰.۹۹۹	قابل دسترس بودن اطلاعات برای کارکنان
۲۰	۰.۰۰۰۸۵	(۰.۰۰۰۳, ۰.۰۰۱۰, ۰.۰۰۱۲)	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۲۳	۰.۹۹۸	اعمال و اقدام کسب و کار توسعه یافته مشکل برای کپی برداری
۲۵	۰.۰۰۰۲۰	(۰.۰۰۰۰۷, ۰.۰۰۰۲, ۰.۰۰۰۳)	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۵	۰.۹۹۹	قابلیت های چند کاره
۱۶	۰.۰۰۱۴۱	(۰.۰۰۰۰۷, ۰.۰۰۱۷, ۰.۰۰۲۴)	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۰۵	۰.۹۹۵	تصمیم گیری غیر متمرکز
۱۰	۰.۰۰۳۰	(۰.۰۰۰۴, ۰.۰۰۳۶, ۰.۰۰۵۰)	۰.۰۰۵۰	۰.۰۰۰۱	۰.۹۹۰	افراد توانمند کار کننده در قالب تیم ها
۱۶	۰.۰۰۱۴	(۰.۰۰۰۲, ۰.۰۰۱۸, ۰.۰۰۲۲)	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۰۴	۰.۹۹۶	تیم های میان وظیفه ای
۲۲	۰.۰۰۰۶	(۰.۰۰۰۱, ۰.۰۰۰۷, ۰.۰۰۰۹)	۰.۰۰۰۹	۰.۰۰۰۲	۰.۹۹۸	تیم ها در عرض مرزهای شرکت
۱۳	۰.۰۰۱۹	(۰.۰۰۰۲۳, ۰.۰۰۰۳۲)	۰.۰۰۳۲	۰.۰۰۰۶	۰.۹۹۳	آگاهی از فناوری
۸	۰.۰۰۳۴	(۰.۰۰۰۵, ۰.۰۰۰۴, ۰.۰۰۰۶)	۰.۰۰۵۶	۰.۰۰۱۱	۰.۹۸۹	رهبری در استفاده از فناوری های جاری
۱۵	۰.۰۰۱۶	(۰.۰۰۰۴, ۰.۰۰۲۰, ۰.۰۰۲۴)	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۰۴۶	۰.۹۹۵	فناوری بهبود و ارتقای دانش و مهارت
۲۴	۰.۰۰۰۳۵	(۰.۰۰۰۰۸, ۰.۰۰۰۴, ۰.۰۰۰۵)	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۱	۰.۹۹۹	فناوری های تولید منعطف
۱۷	۰.۰۰۱۰۱	(۰.۰۰۰۱, ۰.۰۰۱۳, ۰.۰۰۱۶)	۰.۰۰۱۶	۰.۰۰۰۳	۰.۹۹۷	کیفیت بر روی زندگی محصول
۱۸	۰.۰۰۰۹	(۰.۰۰۰۲, ۰.۰۰۱۱, ۰.۰۰۱۴)	۰.۰۰۱۴	۰.۰۰۰۳	۰.۹۹۷	محصولات با ارزش افزوده اساسی
۱۵	۰.۰۰۱۶	(۰.۰۰۰۲, ۰.۰۰۲۰, ۰.۰۰۲۵)	۰.۰۰۲۵	۰.۰۰۰۵	۰.۹۹۵	طراحی درست برای اولین بار
۱۴	۰.۰۰۱۸	(۰.۰۰۰۲, ۰.۰۰۰۲, ۰.۰۰۰۳)	۰.۰۰۲۹	۰.۰۰۰۵	۰.۹۹۴	زمان کوتاه سیکل توسعه محصول
۳	۰.۰۰۴۳	(۰.۰۰۰۲, ۰.۰۰۴۶, ۰.۰۰۸۲)	۰.۰۰۸۲	۰.۰۰۱۶	۰.۹۸۴	روابط مبتنی بر اعتماد با مشتری و تأمین کننده
۱۶	۰.۰۰۱۴۱	(۰.۰۰۰۵, ۰.۰۰۱۶, ۰.۰۰۰۲)	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۰۴	۰.۹۹۶	شکل دادن سریع مشارکت ها
۱۷	۰.۰۰۰۱	(۰.۰۰۰۲۴, ۰.۰۰۱۱, ۰.۰۰۱۶)	۰.۰۰۱۶	۰.۰۰۰۳	۰.۹۹۷	رابطه استراتژیک با مشتریان
۱۸	۰.۰۰۰۹	(۰.۰۰۰۳, ۰.۰۰۱۰, ۰.۰۰۱۳)	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۰۲	۰.۹۹۷	روابط نزدیک با تأمین کنندگان
۱۷	۰.۰۰۱۱	(۰.۰۰۱۱, ۰.۰۰۰۳, ۰.۰۰۲۰)	۰.۰۰۲۰	۰.۰۰۰۴	۰.۹۹۶	فرهنگ تغییر
۱۲	۰.۰۰۲۲	(۰.۰۰۰۷, ۰.۰۰۲۲, ۰.۰۰۳۵)	۰.۰۰۳۵	۰.۰۰۰۷	۰.۹۹۳	بهبود مستمر
۱۱	۰.۰۰۲۴	(۰.۰۰۰۹, ۰.۰۰۲۸, ۰.۰۰۳۴)	۰.۰۰۳۴	۰.۰۰۰۶	۰.۹۹۳	واکنش به نیازمندی های در حال تغییر بازار
۱۹	۰.۰۰۰۸۶	(۰.۰۰۰۳, ۰.۰۰۱۰, ۰.۰۰۱۲)	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۰۲	۰.۹۹۸	معرفی محصول جدید
۲۳	۰.۰۰۰۵۹	(۰.۰۰۰۲, ۰.۰۰۰۷, ۰.۰۰۰۹)	۰.۰۰۰۹	۰.۰۰۰۱	۰.۹۹۸	نوآوری به تحریک مشتری
۲۱	۰.۰۰۰۱۹	(۰.۰۰۰۴, ۰.۰۰۰۹, ۰.۰۰۱۰)	۰.۰۰۱۰	۰.۰۰۰۲	۰.۹۹۸	رضایت مشتری
۶	۰.۰۰۳۷	(۰.۰۰۲۳, ۰.۰۰۴۲, ۰.۰۰۴۷)	۰.۰۰۴۷	۰.۰۰۰۹	۰.۹۹۱	آموزش و توسعه مستمر
۷	۰.۰۰۳۶	(۰.۰۰۱۸, ۰.۰۰۴۰, ۰.۰۰۵۰)	۰.۰۰۵۰	۰.۰۰۰۱	۰.۹۹۰	سازمان یادگیرنده
۲	۰.۰۰۴۷	(۰.۰۰۲۹, ۰.۰۰۵۳, ۰.۰۰۵۹)	۰.۰۰۵۹	۰.۰۰۰۱	۰.۹۸۹	افراد منعطف و چند مهارته
۹	۰.۰۰۳۱	(۰.۰۰۰۱, ۰.۰۰۳۸, ۰.۰۰۴۷)	۰.۰۰۴۷	۰.۰۰۰۹	۰.۹۹۱	ارتقای مهارت نیروی کار
۵	۰.۰۰۴۰	(۰.۰۰۱۲, ۰.۰۰۴۷, ۰.۰۰۵۸)	۰.۰۰۵۹	۰.۰۰۰۱	۰.۹۸۹	رضایت کارکنان

## 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	فناوری	کیفیت	تغییر	مشارکت	بازار	آموزش و پرورش	رفاه و سعادت
اوزان نهایی	۰.۱۰	۰.۱۰	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

سازمان‌های امروزی در محیط‌های رقابتی پویا و نامعلوم فعالیت می‌کنند. منابع متلاطم بسیاری وجود دارد که از رقابت جهانی فشرده، کاهش زمان انتظار، تنوع و گوناگونی تقاضا و فناوری‌های جدید پدیدار می‌شوند. از اوایل دهه ۱۹۹۰، چابکی به عنوان راه حل مدیریت پویایی‌ها و تغییرات محیط معرفی شد و سازمان‌های تولیدی، آن را پذیرفتند. چابکی تولید اساساً با توانایی مؤسسات برای تفوق بر تغییرات غیرمنتظره، بقا از تهدیدهای پیش‌بینی نشده در محیط کسب و کار، و کسب مزایای تغییرات به عنوان فرصت‌ها ارتباط دارد. در واقع چابکی می‌تواند موفقیت شرکت‌ها را در کسب سود، سهم بازار، و جذب مشتریان در بازارهای 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 سازمان‌های تولیدی کمک می‌کند که در صورت نیاز به چابک شدن، و در نتیجه کسب موفقیت در عرصه رقابت جهانی، تدابیری برای چابک‌سازی سازمان خود بیندیشند. در این تحقیق، ما با استفاده از رویکرد فازی و تکنیک آنتروپی، یک متدولوژی آنتروپی فازی سلسله‌مراتبی را به منظور سنجش و رتبه‌بندی قابلیت‌های تولیدچابک/ چابکی تولید در صنعت فولاد خوزستان بسط داده ایم، که مهمترین نتایج آن به شرح ذیل می‌باشد:

الف- شاخص‌های "افراد منعطف و چند مهارته، ارتقای مهارت نیروی کار، آموزش و توسعه مستمر، سازمان‌یادگیرنده، زیرمجموعه قابلیت چابکی آموزش و پرورش هستند، که اولین رتبه را در میان سایر قابلیت‌های تولید چابک/ چابکی تولید در صنعت فولاد خوزستان به خود اختصاص داده است. از این نتیجه چنین استنباط می‌گردد 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 می‌دانستند و هزینه‌های آن را در شمار سرمایه‌گذاری اقتصادی به حساب می‌آوردند، اما آنان دریافته‌اند که

سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی با سرمایه‌گذاری در کارخانه و ماشین‌آلات تفاوتی بنیادین دارد. کارخانه و ماشین‌آلات از زمان برپایی و جای گرفتن با استهلاک روبرو هستند، در حالی که سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی، ظرفیت رشد و شایستگی و میزان سود و بهره‌وری را افزایش می‌بخشد. آلفرد مارشال با ارزش‌ترین سرمایه‌گذاری را پرورش نیروی انسانی قلمداد کرد و بر این باور بود که پرورش یک صنعتکار یا مخترع می‌تواند هزینه آموزش و پرورش مردم یک شهر را جبران کند. او می‌گفت که هیچ اسراف با اتلاف ثروت ملی بالاتر از این نیست که بگذاریم نابغه‌ای که در یک خانواده نادر و گمنام به دنیا آمده است، عمر خود را در انجام دادن کار کم‌اهمیتی صرف کند. آرتور لویی در کتاب نظریه رشد اقتصادی؛ آموزش و پرورش را به دو نوع سرمایه‌گذاری و کالای مصرفی طبقه‌بندی می‌کند. او آموزش و پرورش سرمایه‌گذاری را در شمار عناصر مهم توسعه اقتصادی به شمار می‌آورد. سقراط درباره اهمیت آموزش و پرورش می‌گوید که آموزش و پرورش باید دانش‌هایی را که موجب شکوفا شدن قدرت تفکر انسان می‌شود، در اختیار وی بگذارد. وی می‌گوید 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 می‌داند و بزرگترین سعادت و نیک‌بختی انسان را تحقق هستی وی می‌شمارد. آلفرد نورث وایتهد با بی‌مرز دانستن جهان بر این باور بود که انسان یک هستی زنده است و آموزش و پرورش باید خودپروری وی را برانگیزاند 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 "بودن‌های" محدود وی را به "شدن‌های" نامحدود مبدل سازد. آموزش و پرورش کلید به‌راستی رساندن هستی انسان و شکوفا کردن همه توانایی‌های سرشتی‌ای 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 غیرمنتظره در محیط کسب و کار می‌گردد.

تغییرات پیش بینی نشده در مدل و ترکیب محصولات نیازمند فناوری 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 فناورانه تولید چابک دو نوع هستند: الف- نیازمندی های سخت افزاری، که شامل تجهیزات و ابزارها است. ب- نیازمندی های نرم افزاری، که شامل فناوری و سیستم های اطلاعاتی است. در یک محیط تولید جهانی، فناوری اطلاعات نقش غالب تلفیقی شرکت های توزیع شده به طور فیزیکی را ایفا می کند. فناوری 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 های ۷، 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 رقابت جویی 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 نیازمندی های در حال تغییر بازار مطلع شوند و متناسب با نیازهای مشتری، محصولات و خدمات خود را طراحی و مطابق

ب- تلفیق و یکپارچگی در برگیرنده شاخص های " اجرای همزمان فعالیت ها، قابل دسترس بودن اطلاعات برای همه کارکنان سازمان و تلفیق و یکپارچگی مؤسسه ای"، 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 دیپارتمانی در اقتصاد تولید قرن بیستم موفق بودند، و سازمان 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 دیپارتمانی مختلف، مشارکت همه واحدها و سطوح مختلف سازمانی، بهره مندی از ایده ها و نظرات همه افراد از دیپارتمان 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 خیرگان 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 پدیده ای 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 فناوری، که معرف رهبری در استفاده از فناوری های جاری، آگاهی از فناوری، فناوری های تولید منعطف، و فناوری های بهبود و ارتقای دانش و مهارت است، در صنعت فولاد خوزستان، رتبه چهارم را کسب نموده است. محققان بسیاری در حوزه چابکی و چابکی تولید بر نقش فناوری در کمک به سازمان های تولیدی در دستیابی به چابکی تولید تأکید نموده اند. سازمان ها برای مقابله با



در عرصه رقابت جهانی است. بر طبق رویکرد منبع مدار، شایستگی‌های یک سازمان در حوزه‌های مختلف می‌تواند آن را از سایر رقبا و در نتیجه در بازارهای رقابتی متمایز سازد. یک شایستگی زمانی می‌تواند منبع برتری رقابتی محسوب گردد، که از چهار ویژگی برخوردار باشد: الف- ارزشمند باشد. ب- نادر و کمیاب 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 می‌دهد که یک سازمان وقتی می‌تواند 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 می‌تواند 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. صص 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. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 20(6), 495-503.
- 4- Avella, L., Vazquez-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

سفارش مشتری به بازار عرضه 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 ایده‌های 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 می‌کند. در واقع در اقتصاد دانشی وقتی او ناراضی باشد، از مغز خود برای بهینه‌تر کردن نتایج و بازده‌های سازمانی و در نتیجه ارزش آفرینی برای سازمان استفاده نمی‌کند. گلمن و همکارانش از کارکنان به عنوان یک دارایی کلیدی و مهم برای شرکت نام می‌برند، و استفاده اهرمی از افراد و منابع انسانی سازمان را یکی از اهداف چابکی و یکی از ابعاد شکل جدید رقابت صنعتی می‌داند. بنابراین تأکید خاص بر توسعه نیروی کار از طریق آموزش، کار تیمی، آموزش و پرورش و توانمندسازی تأکید فراوان می‌شود.

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 می‌دهد. در حالی که بسیاری از این تغییرات می‌تواند پیوسته ملاحظه گردد، برخی تغییرات بسیار مخمل و مخرب هستند که می‌تواند به‌طور برجسته ای بر روی توانایی شرکت‌ها برای حفظ بقا تأثیر سوء بگذارند. از این رو سازمان‌های تولیدی باید آگاه باشند که ناتوانی در مدیریت تغییرات و تلاطم‌های محیط کسب و کار می‌تواند 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 شایستگی‌های بنیادین

- 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 manufacturing: 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 Research*,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).21<sup>st</sup> 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.

- 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 complex 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.
- 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., Colquhoun,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.