





دانشکده: مهندسی صنایع و مدیریت

گروه: مدیریت صنعتی

پایان نامه کارشناسی ارشد

طراحی و ارزیابی سیستم تولید ابری با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات و رویکرد فازی تردیدی

علی عباسی طلایی

استاد راهنما:

دکتر رضا شیخ

بهمن ۱۳۹۴



ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگی‌ام، چشمان سبز مادرم

خدای رابی ساگرم که از روی کرم پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه

دخست پر بار وجودشان بی‌سایم و از ریشه آن‌ها شاخ و برگ کیرم و از سایه وجودشان

در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم.

والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا که این دو وجود پس از پروردگاریه، هستی‌ام

بوده‌اندستم را گرفتند و راه رفتن

را در این زندگی پر از فراز و نشیب آموختند.



تقدیرنامه

خداوند بزرگ را شاکرم که لطف خود را شامل حال من نمود تا بتوانم تحقیق خود را به پایان برسانم و بتوانم سهمی هر چند اندک،

در راه توسعه علمی ایران عزیز بردارم که چو ایران نباشد، تن من مباد.

با سپاس فراوان از راهبانهائی ها و زحمات استاد محترم و کران قدر جناب آقای دکتر رضاشیخ که از ابتدای راه و در طی انجام

این تحقیق، بارهبنانهائی های خود مراد نگارش این اثر یاری نمودند.

چکیده

طراحی و تولید ابری (CBDM) یکی از جدیدترین رویکردهای برون‌سپاری در شرکت‌های تولیدی امروزی که طی سالیان اخیر در صنایع اروپا و آمریکا منجر به بهبود الگوریتم‌های زمان‌بندی، تخصیص منابع، بالانس خط تولید، کاهش میزان تلورانس شکست، بهبود کنترل خط تولید، مدیریت کیفیت و ... شده است. موفقیت یا شکست در پیاده‌سازی سیستم‌های تولیدی وابستگی بسیاری به طراحی صحیح ساختارها دارد. فرایندهای طراحی بسیاری از سازمان‌ها صرفاً بر اساس فرایند تکراری آزمون‌وخطا است که دارای قابلیت اطمینان بسیار پایینی در شناسایی اهداف عملکردی، الزامات دستیابی به اهداف و انتخاب بهترین راه‌حل دستیابی به اهداف هستند. در این تحقیق از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات برای طراحی ساختار سیستم تولید ابری استفاده می‌شود. استفاده از دو اصل بدیهی استقلال و اطلاعات موجب می‌شود که طراحی انجام‌شده از اعتبار بالایی برخوردار بوده و نسبت به سایر تکنیک‌ها ارجحیت داشته باشد. پس از طراحی ساختارهای کلی سیستم تولید ابری با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات، بایستی فرایندها در کلیه بخش‌ها اجرا می‌شوند که با توجه به رویکرد برون‌سپاری فعالیت‌ها در سیستم تولید ابری و واگذاری بسیاری از فعالیت‌های موردنیاز صنایع به تأمین‌کنندگان مواد اولیه و ارائه‌دهندگان خدمات، یکی از مهم‌ترین تصمیمات سازمان ارزیابی و رتبه‌بندی حجم انبوهی از تأمین‌کنندگان است. با توجه به وجود محیط عدم اطمینان و نقش مدیران در تصمیم‌گیری با نظرات مختلف در شرایط ابهام و تردید، در این تحقیق از رویکرد جدید فازی تردیدی به‌منظور تصمیم‌گیری در چنین محیطی استفاده می‌شود. شرکت تولیدی مورد مطالعه در این تحقیق شرکت تولیدی لوازم‌خانگی آلفا است که کلیه بخش‌ها و سیستم‌های سازمان در بستر رایانش ابری از طریق تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات طراحی شده و سپس به کمک رویکرد فازی تردیدی به ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان یکی از بخش‌های تولیدی سازمان پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: رایانش ابری، طراحی و تولید ابری، تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات، فازی تردیدی

فهرست مقالات مستخرج از پایان نامه

❖ مقاله " طراحی چارچوبی نظاممند جهت تدوین کتاب‌های درسی با رویکرد تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات (مطالعه موردی : کتاب مدیریت عملیات رشته MBA)" پذیرش در نشریه علمی-پژوهشی «نگارش و پژوهش کتب دانشگاهی»، وابسته به مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی سمت

❖ مقاله " نگرشی بر علم طراحی و معرفی تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات به‌عنوان رویکرد علمی در نظاممند کردن انتخاب ابزارهای تصمیم‌گیری "، « فصلنامه علمی-پژوهشی، پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی دانشگاه تربیت مدرس تهران»، در حین داوری نهایی

❖ مقاله " تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات به‌عنوان ابزاری نوین در طراحی سیستم " ارائه در «کنفرانس بین‌المللی ابزار و تکنیک‌های مدیریت، دانشگاه تهران، اسفند ۹۳» و انتخاب به‌عنوان مقاله برتر کنفرانس

- ❖ "Dynamic Axiomatic Design (DAD): Applying Independence Axiom in the Design of Social Systems" - 9th International Conference on Axiomatic Design – ICAD 2015. Published by ELSEVIER
[doi:10.1016/j.procir.2015.07.012](https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.07.012)
- ❖ "Measuring information axiom in the designing social system" in « Design Studies», The Interdisciplinary Journal of Design Research-under reviewer

فهرست مطالب

فصل اول: طرح تحقیق..... ۱

- ۱-۱ مقدمه ۲
- ۲-۱ بیان مسئله ۳
- ۳-۱ اهمیت و ضرورت تحقیق ۵
- ۴-۱ سؤالات تحقیق ۶
- ۵-۱ اهداف تحقیق ۶
- ۶-۱ قلمرو تحقیق ۷
- ۷-۱ نوآوری تحقیق ۷
- ۸-۱ تعریف مفاهیم و اصطلاحات ۸

فصل دوم: ادبیات و پیشینه تحقیق..... ۱۱

- ۱-۲-۱ مقدمه ۱۲
- ۲-۲-۱ تئوری‌ها ۱۳
- ۱-۲-۲ سیر تکاملی سیستم‌های تولیدی ۱۳
- ۲-۲-۲ رایانش ابری ۱۶
- ۱-۲-۲-۱ تعریف رایانش ابری ۱۶
- ۲-۲-۲-۲ سیر تکاملی رایانش ابری ۲۲
- ۳-۲-۲-۲ مزایای اصلی رایانش ابری ۱۸
- ۴-۲-۲-۲ ویژگی‌های اساسی رایانش ابری ۲۰
- ۵-۲-۲-۲ شکل‌های مختلف سرویس‌دهی رایانش ابری ۲۱
- ۶-۲-۲-۲ شکل‌های مختلف آماده‌سازی رایانش ابری ۲۲
- ۳-۲-۲-۲ طراحی و تولید ابری ۲۴
- ۱-۳-۲-۲ چالش‌های طراحی ابری ۲۵

۲۷	..... چالش در تولید ابری..... ۲-۳-۲-۲
۲۸	..... اثرات بالقوه طراحی و تولید ابری..... ۳-۳-۲-۲
۲۹	..... مدل مرجع برای CBDM..... ۴-۳-۲-۲
۳۲	..... علم طراحی..... ۴-۲-۲
۳۲	..... اهمیت علم طراحی..... ۱-۴-۲-۲
۳۶	..... کاربرد تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات..... ۲-۴-۲-۲
۳۶	..... مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره..... ۵-۲-۲
۴۲	..... منطق فازی..... ۶-۲-۲
۵۰	..... فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی..... ۷-۲-۲
۴۷	..... فازی تردیدی..... ۸-۲-۲
۴۸	..... عملیات تجمعی فازی تردیدی و کاربردها..... ۱-۸-۲-۲
۵۳	..... پیشینه پژوهش..... ۳-۲
۵۳	..... پیشینه داخلی..... ۱-۳-۲
۵۴	..... پیشینه خارجی..... ۲-۳-۲
۵۷	..... فصل سوم: روش‌شناسی تحقیق.....
۵۸	..... مقدمه..... ۱-۳
۵۸	..... روش‌شناسی و نوع تحقیق..... ۲-۳
۵۹	..... جامعه آماری..... ۳-۳
۶۰	..... نمونه آماری..... ۴-۳
۶۰	..... روش‌ها و ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات..... ۵-۳
۶۱	..... روش تجزیه و تحلیل داده‌ها..... ۶-۳
۶۱	..... دیدگاهی کلی از سیستم ساخت و تولید ابری..... ۱-۶-۳
۶۳	..... جریان اطلاعات در CBDM..... ۲-۶-۳
۶۴	..... طراحی نظام‌مند سیستم تولید ابری با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات..... ۳-۶-۳
۶۷	..... به‌کارگیری فازی تردیدی به‌منظور ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان..... ۴-۶-۳

۳-۶-۴-۱ بسط مقیاس ۱۱ نقطه‌ای فازی.....۷۲

۳-۶-۴-۲ تجمع عمل‌گراها برای فازی تردیدی.....۷۳

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها.....۷۹

۴-۱ مقدمه.....۸۰

۴-۲ مطالعه موردی: شرکت تولیدی لوازم‌خانگی آلفا.....۸۲

۴-۲-۱ بخش‌های مختلف شرکت آلفا.....۸۲

۴-۲-۲ علت مشکلات موجود در شرکت آلفا.....۸۳

۴-۲-۳ راه‌حل رفع مشکلات شرکت آلفا.....۸۴

۴-۲-۴ پیاده‌سازی سیستم تولیدی ابری در شرکت آلفا.....۸۵

۴-۲-۴-۱ بررسی فرایند تولید کولرآبی در شرکت آلفا.....۸۵

۴-۲-۵ طراحی سیستم تولید ابری کولرآبی با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات.....۸۸

۴-۲-۵-۱ ارزیابی تأمین‌کنندگان قطعات کولرآبی با رویکرد فازی تردیدی.....۸۹

فصل پنجم: نتایج و پیشنهادها.....۱۰۱

۵-۱ مقدمه.....۱۰۲

۵-۲ نتیجه‌گیری.....۱۰۲

۵-۳ پیشنهادها.....۱۰۴

۵-۳-۱ تحقیقات کاربردی.....۱۰۴

۵-۳-۲ پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی.....۱۰۵

۵-۴ محدودیت‌های تحقیق.....۱۰۵

منابع.....۱۰۵

منابع داخلی.....۱۰۵

منابع خارجی.....۱۰۶

فهرست اشکال

عنوان.....	صفحه.....
شکل (۱-۲) چارچوب تعریف رایانش ابری توسط NIST.....	۲۴
شکل (۲-۲) فرایند مشارکتی توزیع شده طراحی محصول.....	۲۷
شکل (۳-۲). تأثیر بالقوه سیستم CBDM در همه بخش‌ها.....	۲۹
شکل (۴-۲) مدل مرجع CBDM.....	۳۰
شکل (۵-۲) شکستن سلسله مراتبی زیگزاگی.....	۳۴
شکل (۶-۲) محدوده کاربرد تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات.....	۳۶
شکل (۷-۲) انواع محیط تصمیم‌گیری.....	۴۱
شکل (۸-۲) اعداد فازی مثلثی و دوزنقه‌ای.....	۴۴
شکل (۹-۲). مقیاس‌های زبانی برای بیان درجه اهمیت.....	۴۷
شکل (۱-۳) چهارچوب کلی سیستم CBDM.....	۶۲
شکل (۲-۳) نحوه جریان اطلاعات در CBDM.....	۶۴
شکل (۳-۳) استقرار سیستم تولید ابری با اصل استقلال طراحی مبتنی بر بدیهیات.....	۶۵
شکل (۴-۳). اعداد مثلثی M_1 و M_2	۷۱
شکل (۱-۴) طراحی سیستم تولید ابری کولرآبی با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات.....	۸۸
شکل (۲-۴) کدنویسی عمل‌گرای $HFWG(hi)$ در نرم‌افزار گرس‌هاپر.....	۹۷
شکل (۳-۴) خروجی اعداد حاصل از کدنویسی عمل‌گرای $HFWG(hi)$	۹۸
شکل (۴-۴) محاسبه امتیازات نهایی تأمین‌کنندگان در گرس‌هاپر.....	۹۹
شکل (۵-۴) رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان.....	۱۰۰

فهرست جداول

عنوان.....	صفحه.....
جدول (۱-۲) سیر تکاملی سیستم‌های تولیدی.....	۱۵.....
جدول (۲-۲) چهار نهاد اصلی در مدل مرجع CBDM.....	۳۰.....
جدول (۳-۲) انواع سرویس در CBDM.....	۳۱.....
جدول (۱-۳) تبدیل مقیاس ۱۱ نقطه‌ای اصطلاحات زبانی به اعداد قطعی.....	۷۰.....
جدول (۱-۴) تأمین‌کنندگان بدنه کولرآبی.....	۹۰.....
جدول (۲-۴) پرسشنامه روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی.....	۹۱.....
جدول (۳-۴). ارزیابی اهمیت شاخص‌ها توسط خبرگان برحسب روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی.....	۹۲.....
جدول (۴-۴) ارزیابی شاخص‌های فنی توسط خبرگان.....	۹۳.....
جدول (۵-۴) شاخص‌های منتخب ارزیابی تأمین‌کنندگان بدنه کولر.....	۹۴.....
جدول (۶-۴) نام‌گذاری تأمین‌کنندگان.....	۹۵.....
جدول (۷-۴) بردار وزنی شاخص‌ها.....	۹۵.....
جدول (۸-۴) ماتریس تصمیم‌گیری فازی تردیدی.....	۹۶.....
جدول (۹-۴) امتیازات نهایی تأمین‌کنندگان.....	۹۹.....



فصل اول

طرح تحقیق

۱-۱ مقدمه

صنایع امروزی با مسائلی همچون کمبود منابع، تغییر سریع نیازهای مشتریان، تنوع بالای محصولات و رقابت شدید با سایر تولیدکنندگان مواجه‌اند. جهانی‌شدن صنایع منجر به رقابت شدید میان شرکت‌های تولیدی شده است. در چنین شرایطی صنایعی دوام می‌آورند که ضمن شناسایی نیازهای مشتریان بتوانند منابع موردنیاز خود به‌منظور برآوردن نیازهای مشتریان را فراهم کنند. باین‌حال نیاز به به‌کارگیری منابع سرمایه‌بر مانند تجهیزات مدرن، خرید یا اجاره زمین به‌منظور استقرار واحدهای موردنیاز تولید، به‌کارگیری نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای پیشرفته گران‌قیمت و همچنین عدم دسترسی به بهترین متخصصان در حوزه صنایع تولیدی، توانایی رقابت صنایع با بسیاری از تولیدکنندگان را سلب نموده است. بدین سبب آن‌ها ناچارند بسیاری از فعالیت‌های خود را برون‌سپاری^۱ نمایند تا مزیت رقابتی خود را در رقابت با سایرین حفظ کنند. برای اشتراک‌گذاری داده‌ها و برون‌سپاری فعالیت‌ها در شرکت‌های تولیدی، به پارادایم رایانشی‌ای نیاز است که به شکلی پویا، پایگاه‌های داده را از طریق دامنه‌های متعدد به هم متصل سازد. طراحی و تولید ابری (CBDM) یکی از جدیدترین رویکردهای برون‌سپاری در شرکت‌های تولیدی امروزی است. هدف اصلی از CBDM که بر اساس چهار سرویس زیرساخت ابری، پلتفرم ابری، نرم‌افزار ابری و سخت‌افزار ابری پیاده‌سازی می‌شود، کاهش زمان و هزینه‌های مرتبط با تولید از طریق ایجاد زیرساخت‌های فن‌آوری ارتباطات (ICT)، برای افزایش سرعت نوآوری در طراحی و تولید و توأم با آن انطباق با سرعت در حال رشد نیاز بازار در محیط‌های مشارکتی و توزیع‌شده است.

اولین پروژه ساخت و تولید در بستر رایانش ابری در سال ۲۰۱۰ توسط مرکز تحقیقات ملی‌های-تک چین اجرا شد. اجرای این پروژه سبب به اشتراک‌گذاری منابع تولید، کاهش زمان ورود کالا به بازار، بهبود کیفیت خدمات و همچنین کاهش هزینه‌های تولید گردید. باگذشت دو سال از اجرای پروژه‌های

^۱ Outsourcing

^۲ Service Driven

مرتبط با ساخت و تولید ابری، مفهومی به نام طراحی و ساخت تولید در بستر رایانش ابری (CBDM) معرفی شد که اشاره به توسعه مدل شبکه تولید سرویس گرا دارد. بسیاری از سرویس‌های ارائه‌شده توسط رایانش ابری، با به کارگیری مدل رایانش همگانی، امکان مصرف این سرویس‌ها را به گونه‌ای مشابه با صنایع همگانی (مانند برق) فراهم می‌سازند. به اشتراک گذاردن قدرت رایانشی "مصرف شدنی و ناملموس" میان چند مستأجر، می‌تواند باعث بهبود نرخ بهره‌وری شود. شرکت‌هایی که از سرویس‌های ابری استفاده می‌کنند و به‌طور کلی کاربران رایانش ابری، می‌توانند از طریق برون‌سپاری منابع رایانشی خود به یک عرضه‌کننده‌ی خدمات ابری، ضمن حذف هزینه‌ی سرمایه‌ای (Joint, Baker, & Eccles, 2009) و همچنین حذف هزینه‌ی جذب و آموزش کارکنان متخصص فناوری اطلاعات، از توان بالای پردازشی فناوری ابر استفاده نمایند (Yeo, Venugopal, (Kambil, 2009) (Chu, & Buyya, 2010). این امر چابکی و انعطاف‌پذیری بالایی را برای کسب‌وکارها به وجود می‌آورد، چراکه آن‌ها را قادر می‌سازد تا به‌جای صرف هزینه‌ی هنگفت و زمان طولانی برای فراهم‌سازی بستر لازم برای بهره‌گیری از فناوری اطلاعات، با سرعت بسیار بیشتر و با هزینه‌ای به مراتب کمتر، از مزایای این فناوری برخوردار شوند. این دلایل هرچند به‌عنوان عوامل کلی در حرکت صنایع به سمت رایانش ابری است، اما ضرورت دارد تا دلایل فنی و جزئی تری در سطوح سازمانی شرکت مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

۱-۲ بیان مسئله

با افزایش رقابت در کلاس جهانی، سازمان‌ها مجبورند فرایندهای سازمانی را برای ماندن در صحنه رقابت جهانی بهبود بخشند. با این حال استفاده از فناوری روز دنیا به‌منظور به‌روز نگه‌داشتن محصولات و خدمات، نیازمند به‌کارگیری بهترین تجهیزات و دارا بودن منابع انسانی با تخصص بالا است که وجود شرایطی از جمله محدودیت منابع مالی، محدودیت تجهیزات پیشرفته و عدم دسترسی به همه متخصصان برجسته مانع از پیاده‌سازی یک سیستم تولیدی پویا در سطح شرکت‌های تولیدی است.

با معرفی طراحی و تولید ابری (CBDM) در سال ۲۰۱۰، بسیاری از مشکلات مذکور سیستم‌های تولیدی با به اشتراک‌گذاری منابع از طریق سرویس‌های رایانشی برطرف گردید. بدین ترتیب که شرکت‌های تولیدی و ارائه‌دهندگان خدمات با تشکیل شبکه‌ای مبتنی بر سرویس‌های رایانش ابری می‌توانند با یکدیگر مشارکت نمایند. ارائه‌دهندگان خدمات با دریافت مبالغی، خدمات تولیدی شرکت‌ها از جمله تأمین مواد اولیه، قطعات و انجام برنامه‌های نرم‌افزاری را به عهده می‌گیرند. باین حال شاید یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی صنایع، انتخاب تأمین‌کنندگان و ارائه‌دهندگان خدمات ابری باشد. بدین منظور که وجود حجم عظیمی از تأمین‌کنندگان خدمات، مدیران سازمان‌ها را در تصمیم‌گیری برای انتخاب آن‌ها با مشکل مواجه ساخته است. این مسئله زمانی پیچیده‌تر می‌شود که محیط کسب‌وکار امروزی یک محیط کاملاً نامعین است و مدیران و خبرگان سازمان دچار سردرگمی در ارزیابی هر تأمین‌کننده شده و هر یک دارای نظرات و دیدگاه‌های متفاوتی در قضاوت و تصمیم‌گیری هستند. بنابراین بسیاری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری معرفی شده امروزی با توجه به عدم لحاظ نمودن این مسائل پاسخگوی ارزیابی تأمین‌کنندگان نیستند. مجموعه فازی تردیدی برای اولین بار توسط توررا (۲۰۰۹) برای پاسخگویی به چنین شرایطی مطرح گردید. این روش را می‌توان برای یافتن جواب بهینه مسائل تصمیم‌گیری که توسط افراد مختلف و در محیط عدم اطمینان انجام می‌شود بکار گرفت. روش فازی تردیدی تعمیمی از مجموعه‌های فازی است که در طی چند سال اخیر توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است (Torra & Narukawa, 2009).

بخش دیگر مشکلات موجود در شرکت‌های تولیدی مربوط به طراحی ناکارآمد ساختار سیستم‌های تولیدی است. فرایندهای طراحی معرفی شده امروزی صرفاً برحسب روش آزمون‌وخطا بوده و فاقد الگوریتم سیستمی هستند. برای نشان دادن روابط منطقی بین اجزاء بایستی طراحی را به‌عنوان یک سیستم در نظر گرفت. یک سیستم تولیدی چارچوبی بزرگ شامل روش‌ها، فرایندها و طراحی فرایند تولید است. با استفاده از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات، عناصر سیستم از کل به‌جزء شکسته و روابط بین اجزاء سیستم شناسایی می‌شوند. استفاده از اصل استقلال به‌عنوان ابزاری قوی در تحلیل

مسائل و درک سریع اجزاء سیستم و استفاده از بدیهه اطلاعات به عنوان ابزاری برای تعیین احتمال دستیابی پارامترهای مستقل به تابع هدف موجب می‌شود سیستم موردنظر به بهترین نحو ممکن طراحی گردد (شیخ، عباسی طلایی و عباسی، ۱۳۹۴).

۱-۳ اهمیت و ضرورت تحقیق

با شروع بحران اقتصادی جهان در سال ۲۰۰۷، بسیاری از سازمان‌ها در جهان شروع به تجزیه و تحلیل در مورد مدیریت عملیاتی خود کردند. رویکرد رایانش ابری که جرقه‌های آن در دهه‌ی ۷۰ میلادی زده شد، عملاً در این برهه از زمان عملیاتی گردید. مزایای بسیار زیادی مانند خدمت محور^۲ بودن، تحمل پذیری خطا^۳، چند جنبه‌ای^۴، مجازی‌سازی^۵، مدیریت داده^۶، هزینه راه‌اندازی ناچیز، مقیاس پذیری^۷، استقلال از وسیله، تداوم و قابلیت اعتماد برای رایانش ابری در منابع مختلف نام برده شده است. همین مزایا باعث شده است که بنا بر پیش‌بینی جنز، هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های سرویس‌های مبتنی برابر، از رقم ۱۶.۳ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۸ به ۴۲.۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۲ یعنی ۲۵٪ افزایش در هر سال برسد (Peterson & Sheno, 2011). در صنایع تولیدی، امروزه به‌کارگیری رویکرد طراحی و تولید ابری (CBDM) در اروپا و آمریکا منجر به بهبود الگوریتم‌های زمان‌بندی، تخصیص منابع، بالانس خط تولید، کاهش میزان تلورانس شکست، بهبود کنترل خط تولید، مدیریت کیفیت و ... گردیده که هدف آن کاهش زمان و هزینه‌های مرتبط با تولید از طریق ایجاد زیرساخت‌های فن‌آوری ارتباطات (ICT)، به‌منظور افزایش نوآوری در طراحی و تولید در محیط‌های مشارکتی و توزیع‌شده و توأم با آن انطباق با سرعت در حال تغییر و رشد خواسته‌های بازار است (Dazhong Wu, 2014).

² Service Driven

³ Self Healing

⁴ Multi-Faceted

⁵ Virtualization

⁶ Data Management

⁷ Scalable

۴-۱ سوالات تحقیق

سؤال اصلی این تحقیق به شرح ذیل است:

۱- با توجه به اینکه در بسیاری از فرایندهای سازمانی، بهینه‌سازی یک فرایند منجر به غیر بهینه شدن سایر فرایندها و اهداف می‌شود، کاراترین روش برای طراحی ساختار سیستم تولیدی چیست؟

۲- در شرکت‌های تولیدی با توجه به محیط عدم اطمینان کامل و ابهام و تردید مدیران در تصمیم‌گیری که منجر به قضاوت کاملاً متفاوت آن‌ها در ارزیابی امور به‌ویژه انتخاب تأمین‌کنندگان می‌شود، بهترین رویکرد و مدل تصمیم‌گیری کدام است؟

۵-۱ اهداف تحقیق

پیاده‌سازی ناموفق سیستم‌های تولیدی پیامدهای ناگواری را از جنبه‌ی هزینه‌های ملموس و ناملموس برای صنایع در پی خواهد داشت. هدف آرمانی و کلی این پژوهش پیاده‌سازی سیستم تولیدی در بستر رایانش ابری است که منجر به بهبود فرایندها و همچنین کاهش هزینه‌های شرکت می‌گردد. برای نیل به این هدف، مسائلی را می‌بایست رعایت کرد. از جمله مهم‌ترین موارد، طراحی اصولی و نظام‌مند ساختارهای سیستم تولیدی است. زیرا طراحی نامناسب خسارات بسیاری را بر پیکره سازمان‌ها وارد می‌کند. همچنین نحوه فعالیت سیستم‌های تولیدی که ساختار خود را مبتنی بر سرویس‌های رایانشی بنا نموده‌اند بر همکاری و مشارکت با طراحان، تأمین‌کنندگان مواد اولیه، تأمین‌کنندگان خدمات و ... است که حجم بی‌شمار تأمین‌کنندگان نیازمند تصمیم‌گیری صحیح و اصولی در انتخاب هر یک از آنان است. بنابراین به‌کارگیری و معرفی یک رویکرد منطقی و علمی مانند فازی تردیدی در انتخاب تأمین‌کنندگان و رتبه‌بندی آنان از جمله اهداف دیگر این تحقیق است.

۱-۶ قلمرو تحقیق

۱-۶-۱ قلمرو موضوعی

تحقیق حاضر از منظر چارچوب موضوعی شامل سیستم‌های تولیدی، فناوری اطلاعات، رایانش ابری و رویکرد طراحی و تولید ابری است و با توجه به گرایش روزافزون شرکت‌های تولیدی به استفاده از فناوری اطلاعات و سرویس‌های ابری، نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند به مدیران سازمان در طراحی ساختار سیستم تولید ابری و انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان خدمات مفید و مؤثر باشد.

۱-۶-۲ قلمرو مکانی

قلمرو مکانی تحقیق حاضر شرکت تولیدی لوازم‌خانگی آلفا است که یکی از شرکت‌های مطرح در زمینه تولید لوازم‌خانگی است.

۱-۶-۳ قلمرو زمانی

محدوده زمانی مورد بررسی در این پژوهش از تاریخ ۹۳/۴ تا ۹۴/۱۰ است.

۱-۷ نوآوری تحقیق

نوآوری در امر پژوهش را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف بررسی کرد:

۱- اولین دیدگاه، جنبه‌ی موضوعی تحقیق است. یعنی محقق قصد دارد بر روی موضوعی به پژوهش بپردازد که تاکنون محقق دیگری روی آن موضوع تحقیق نکرده باشد؛ نگارنده‌ی این پژوهش در جستجوی وسیعی که با کلیدواژه‌های "سیستم تولیدی + طراحی و تولید ابری + تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات + فازی تردیدی به فارسی و انگلیسی در منابع اطلاعاتی و کتابخانه‌ای واقع در کشور شامل، سایت ایران داک، پایگاه اطلاعات علمی^۸، مجله‌های الکترونیکی مختلف علمی-پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز علمی-آموزشی و پژوهشی کشور و

^۸ www.SID.ir

همچنین مجلات ISI انجام داده است، هیچ‌گونه پژوهشی شامل مقاله، پایان‌نامه، کتاب و ... پیدا نکرده است.

۲- دیدگاه دوم این است که موضوع پژوهش در داخل کشور، جدید باشد. یعنی گاهی موضوعی در خارج از کشور تحقیق شده اما در داخل کشور کسی بر روی آن به پژوهش نپرداخته است؛ موضوع طراحی و تولید ابری و فازی تردیدی در مقالات و کتب خارج از کشور بررسی شده است اما با توجه به جدید بودن آن در هیچ‌یک از مقالات و پژوهش‌های داخل کشور مطالعه نشده‌اند.

۳- دیدگاه دیگر نوآوری از لحاظ روش تحقیق و مدل مفهومی پژوهش است. در این تحقیق به‌منظور طراحی سیستم تولیدی از تکنیک طراحی مبتنی بر استفاده شده است. همچنین به‌منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان، رویکرد فازی تردیدی بکار می‌رود. در پایان برای محاسبه امتیازات هر تأمین‌کننده و رتبه‌بندی آن‌ها از نرم‌افزار گرس‌هاپر که برای اولین بار در مطالعات مدیریت صنعتی بکار می‌رود استفاده شده است.

۸-۱ تعریف مفاهیم و اصطلاحات

مدل رایانشی بر پایه‌ی شبکه‌های بزرگ کامپیوتری مانند اینترنت است که الگویی تازه برای عرضه، مصرف و تحویل سرویس‌های فناوری اطلاعات (شامل سخت‌افزار، نرم‌افزار، اطلاعات، و سایر منابع اشتراکی رایانشی) با به‌کارگیری اینترنت ارائه می‌کند.

۱-۸-۱ سیستم تولیدی

سیستم تولید قلب تولید یکپارچه بوده و از نظر رقابتی برای کارخانه اهمیت زیادی دارد. لذا انتخاب و نحوه به‌کارگیری یک سیستم مدیریت تولید مناسب، در موفقیت یک واحد صنعتی تعیین‌کننده است. استراتژی تولید از دیدگاه اسکینر به ویژگی‌هایی از کارکرد تولید به‌عنوان سلاح رقابتی اشاره می‌کند (PAIVA, 2008). هایز و ویل رایت، استراتژی تولید را به‌عنوان الگوی سازگار تصمیم‌گیری در

کارکردهای تولیدی که مرتبط با استراتژی تجاری است، تعریف می‌کند (Hayes & Wheelwright, 1984).

۱-۸-۲ ابر

واژه‌ی ابر واژه‌ای است استعاری که به اینترنت اشاره می‌کند و در نمودارهای شبکه‌های رایانه‌ای نیز از شکل ابر برای نشان دادن شبکه‌ی اینترنت استفاده می‌شود.

۱-۸-۳ رایانش ابری

رایانش ابری مدلی است برای فراهم کردن دسترسی آسان بر اساس تقاضای کاربر از طریق شبکه به مجموعه‌ای از منابع رایانشی قابل تغییر و پیکربندی (مثل: شبکه‌ها، سرورها، فضای ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها) که این دسترسی بتواند با کمترین نیاز به مدیریت منابع و یا نیاز به دخالت مستقیم فراهم‌کننده سرویس به‌سرعت فراهم‌شده یا آزاد (رها) گردد (Mell & Grance, 2011).

۱-۸-۴ طراحی ابری

طراحی ابری به یک مدل طراحی مشارکتی اشاره می‌کند که از توان رایانش ابری، معماری مبتنی سرویس (SOA)، Web 2.0 (مانند سایت‌های شبکه‌های اجتماعی)، و فناوری وب برای حمایت از خدمات طراحی مهندسی ابری در محیط‌های توزیع‌شده و مشارکتی استفاده می‌کند (D Wu, Schaefer, & Rosen, 2013).

۱-۸-۵ تولید ابری

تولید ابری به یک مدل تولید شبکه‌ای اطلاق می‌شود که دسترسی به تقاضاها را از طریق مجموعه مشترک از منابع تولیدی توزیع‌شده و متنوع به شکل موقت، خطوط مجدد و خطوط تولید مقیاس‌پذیر امکان‌پذیر می‌سازد. تولید ابری به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های چرخه عمر محصول منجر می‌شود و برای تخصیص منابع بهینه در پاسخ به تقاضای متغیر مشتریان مناسب است (D Wu, Greer, Rosen, & Schaefer, 2013) (D Wu & Greer, 2013).

۱-۸-۶ منطق فازی^۹

منطق فازی اولین بار در پی تنظیم نظریه‌ی مجموعه‌های فازی به‌وسیله‌ی پروفیسور لطفی زاده (Zadeh, 1965) در صحنه‌ی محاسبات نو ظاهر شد. این مبحث پیچیده و بسیار گسترده را می‌توان به‌سادگی این‌گونه تعریف کرد: منطق فازی فراتر از منطق ارزش‌های "صفر و یک" نرم‌افزارهای کلاسیک رفته و درگاهی جدید برای دنیای علوم نرم‌افزاری و رایانه‌ها می‌گشاید، زیرا فضای ناواضح، شناور و بی‌نهایت بین اعداد صفر و یک را هم به کار می‌گیرد (Zadeh, 1965).

۱-۸-۷ فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی^{۱۰}

یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه است که توسط ساعتی^{۱۱} معرفی شده است. هنگامی که در تصمیم‌گیری، با چند گزینه و شاخص روبرو هستیم، این روش می‌تواند مفید باشد (Saaty & Vergas, 2006).

۱-۸-۸ فازی تردیدی

مجموعه فازی تردیدی به‌عنوان یک تعمیم از مجموعه‌های فازی، در شرایطی که تعیین درجه عضویت عناصر یک تابع در ابهام و تردید باشد ابزار بسیار مفیدی است. فازی تردیدی اجازه می‌دهد عضویت عناصر مقادیر متعددی داشته باشد (Z. Xu, 2014).

^۹ Fuzzy Logic

3. Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

4. Saaty



فصل دوم

ادبیات و پیشینه تحقیق

۲-۱- مقدمه

در عصر حاضر، شتاب تغییرات در فناوری و تجهیزات پیشرفته به قدری فزونی یافته است که شتاب در نوآوری محصولات تولیدشده از سرعت یادگیری بشر فراتر رفته است. همچنین شرکت‌های موفق امروزی شرکت‌هایی هستند که به‌طور پیوسته برای حل مسائل جدید و ناآشنا، دانش جدید توسط بهترین متخصصان کشف کرده و این دانش را به‌صورتی هدفمند و نظام‌یافته در تمامی لایه‌ها و بخش‌های مختلف سازمان توسعه داده و به دنبال تبدیل آن به فناوری و محصولات جدید باشند. طی سال‌های اخیر مسائلی چون شتاب تحولات محیطی، عدم اطمینان به آینده، افزایش هزینه‌ها، بزرگ شدن بی‌اندازه شرکت‌های تولیدی و نیز محدودیت‌های قانونی سبب شده است تا شرکت‌ها در الگوی فکری خود تجدیدنظر کنند. آن‌ها ناگزیرند برای دستیابی به مزیت رقابتی در دنیای کنونی کسب و کار به استراتژی‌های نوین روی آورند.

امروزه رشد سریع فناوری، افزایش سرعت تغییرات در بازار محصولات، رقبا و گسترش مرزهای بازار، تحمیل هزینه‌های هنگفت استقرار اولیه واحد صنعتی، هزینه آموزش کارکنان با سیستم‌های جدید و لزوم انجام تغییرات مداوم در سیستم‌های قدیمی، شرکت‌های تولیدی را به سوی سازمان‌های بدون مرز و مشارکتی سوق داده است؛ سازمان‌هایی با ساختارهای انعطاف‌پذیر و شبکه‌های تأمین گسترده که قادر باشند همواره خود را با تغییرات محیط هم‌هنگ سازند و این خود مستلزم قابلیت دسترسی آسان و سریع سازمان به منابع موردنیاز همچون نیروی انسانی متخصص، دانش فنی و فناوری پیشرفته، تجهیزات سخت‌افزاری و برنامه‌های نرم‌افزاری مدرن در خارج سازمان است. امروزه نوین‌ترین رویکرد در بحث سیستم‌های تولیدی، رویکرد رایانش ابری است که این امر باعث شده تا

انواع شرکت‌های تولیدی با توجه به نتایج حاصل از پیاده‌سازی آن از جمله کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و ... به آن سوق نمایند.

۲-۲- تئوری‌ها

۱-۲-۲ سیر تکاملی سیستم‌های تولیدی

سیستم‌های تولیدی دستخوش تغییرات بسیاری به علت تغییر در تقاضای بازار و فناوری‌های نوظهور شده است (Tolio, Ceglarek, & ElMaraghy, 2010)(Hu, Ko, Weyand, & ElMaraghy, 2011). جدول (۱-۲) به‌طور خلاصه سیر تکاملی پارادایم‌های تولیدی به ترتیب از خطوط مونتاژ به سیستم تولید تویوتا (TPSs)، سیستم تولید انعطاف‌پذیر (TPSs) (Johnstone & Kurtzhaltz, 1984)، سیستم تولید باقابلیت پیکره‌بندی مجدد (RMSs) (Koren et al., 1999)، سیستم تولید مبتنی بر وب و عامل (Monostori, Váncza, & Kumara, 2006) و سرانجام یک پارادایم بالقوه جدید که با عنوان تولید در بستر رایانش ابری شناخته می‌شود (D Wu, Rosen, Wang, & Schaefer, 2014) را نشان می‌دهد.

اولین سیستم تولیدی خط مونتاژ (تولید انبوه) بود و به‌گونه‌ای راه‌اندازی شد که اجزاء به‌صورت پیوسته و خطی می‌توانستند به محصول نهایی اضافه شوند که این امر موجب کارایی بالا در زمان و هزینه‌های تولید محصول گردید. در سال ۱۹۶۰ برای کاهش هزینه‌های تولید، سیستم تولید تویوتا (TPSs) که با عنوان تولید بهنگام شناخته‌شده بود ابداع گردید (Sugimori & Kusunoki, 1977). این سیستم با برخی اصول و قواعد خاص معرفی گردید که منجر به از بین رفتن ضایعات، کاهش زمان انتظار، موجودی و محصولات معیوب شد. در سال ۱۹۸۰ سیستم تولید انعطاف‌پذیر (FMS) برای انطباق سیستم‌های تولیدی با تغییرات عملکردی توسعه یافت. مزیت اصلی FMS سهولت و امکان آن برای ایجاد تنوع و تغییر در اجزاء و مونتاژها است. بر اساس مطالعات کارن و دیگران، به‌منظور انطباق سریع ظرفیت و قابلیت تولید در یک خانواده اجزاء در پاسخ به تغییرات ناگهانی بازار،

سیستم تولید باقابلیت پیکره‌بندی مجدد (RMSs) برای ایجاد تغییر سریع در ساختار و همچنین در اجزاء سخت‌افزارها و نرم‌افزارها طراحی شده است (Koren et al., 1999). از ویژگی‌های کلیدی RMS می‌توان به مدولاریتی بودن، جامعیت، سفارشی‌سازی و قابلیت تبدیل اشاره نمود (ElMaraghy, 2005).

سیستم‌های تولیدی که تا به حال معرفی شدند در مقوله سیستم‌های تولیدی متمرکز با تغییرات قابل توجه در ابزارهای ماشین، لی اوت تولید و مدل‌های کسب‌وکار شناخته می‌شوند. با توسعه اینترنت، سیستم‌های تولیدی توزیع شده (غیرمتمرکز) به منظور انطباق با صنعت به طور فزاینده به انجام می‌رسند. سیستم تولیدی مبتنی بر وب و سیستم تولیدی مبتنی بر عامل دو رویکرد اصلی برای سیستم‌های توزیع شده هستند. سیستم‌های مبتنی بر وب به منظور فراهم کردن یک پلتفرم برای گروه‌های پراکنده در محدوده جغرافیایی، برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات تولید از معماری کلاینت سرور همراه با اینترنت یا یک مرورگر وب استفاده می‌کند (Wang, Shen, & Lang, 2004). بدین ترتیب با افزایش پیچیدگی ساختاری و عملیاتی سیستم‌های تولید مبتنی بر وب، سیستم‌های تولیدی مبتنی بر عامل منجر به بهبود عملکردهای محاسباتی و عوامل ارتباطی، با استفاده از عامل‌ها می‌شوند. (Shen, Hao, Yoon, & Norrie, 2006). سیستم‌های تولیدی مبتنی بر عامل از عامل‌هایی همچون سلول‌های تولیدی، ابزارهای ماشین و ربات‌ها تشکیل شده است که نشان‌دهنده استقلال و رفتار هوشمند سیستم مانند جستجو، استدلال و قدرت یادگیری است (Shen & Norrie, 1999). به عنوان مثال یک عامل حل مسائل مستقل، قادر به تصمیم‌گیری و تعامل با سایر عامل‌ها و محیط خودش است (Monostori et al., 2006).

جدول (۱-۲) سیر تکاملی سیستم‌های تولیدی

سال	نام سیستم	ساختار	ویژگی‌ها
۱۹۰۰	خط مونتاژ (تولید انبوه)	متمرکز	کاهش هزینه نیروی کار افزایش نرخ تولید
۱۹۶۰	سیستم تولید تویوتا (TPSs)	متمرکز	کاهش اتلاف تولید کاهش زمان انتظار کاهش محصولات معیوب بهبود مستمر
۱۹۸۰	سیستم تولید انعطاف‌پذیر (FMS)	متمرکز	کاهش موجودی‌ها بهبود سودآوری افزایش قابلیت اطمینان سیستم افزایش تنوع اجزاء بهبود بهره‌برداری ماشین بهبود پاسخگویی به تغییرات علم مهندسی
۱۹۹۰	سیستم تولید با قابلیت پیکره‌بندی مجدد (RMSs)	متمرکز	مقیاس‌پذیری ظرفیت افزایش پاسخگویی به تغییرات بازار کاهش زمان موردنیاز برای تغییر ساختار محصول کاهش زمان انتظار برای راه‌اندازی سیستم تولید جدید یکپارچگی سریع فناوری جدید
۲۰۰۰	سیستم‌های تولیدی مبتنی بر وب و عامل	توزیع‌شده (غیرمتمرکز)	بهبود به اشتراک‌گذاری اطلاعات بهبود استفاده مجدد از منابع بهبود عملکرد رایانشی نظارت و کنترل از راه دور

مقیاس‌پذیری سریع ظرفیت کاهش زمان ورود به بازار کاهش هزینه‌ها محیط رایانشی در دسترس ائتلاف منابع تولیدی بهبود به اشتراک‌گذاری اطلاعات بهبود استفاده مجدد از منابع بهبود بهره‌برداری از ماشین	توزیع شده (غیرمتمرکز)	سیستم تولید ابری	۲۰۱۰ به بعد
--	--------------------------	------------------	-------------

۲-۲-۲ رایانش ابری

۲-۲-۲-۱- تعریف رایانش ابری

رایانش ابری مدلی است برای فراهم کردن دسترسی آسان بر اساس تقاضای کاربر از طریق شبکه به مجموعه‌ای از منابع رایانشی قابل تغییر و پیکربندی (مثل: شبکه‌ها، سرورها، فضای ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها) که این دسترسی بتواند با کمترین نیاز به مدیریت منابع و یا نیاز به دخالت مستقیم فراهم‌کننده سرویس به سرعت فراهم‌شده یا آزاد (رها) گردد. این مدل ابری از در دسترس بودن پشتیبانی کرده و از پنج ویژگی اساسی (سلف‌سرویس درخواستی^{۱۲}، دسترسی گسترده به شبکه^{۱۳}، ادغام منابع^{۱۴}، انعطاف‌پذیری سریع و درجا^{۱۵}، سرویس‌های اندازه‌گیری شده^{۱۶})، سه شکل ارائه (نرم‌افزار به‌عنوان سرویس^{۱۷}، بستر ابری به‌عنوان سرویس^{۱۸} و زیرساخت ابری به‌عنوان

¹² On-demand self-service

¹³ Broad network access

¹⁴ Resource pooling

¹⁵ Rapid elasticity

¹⁶ Measured Service

¹⁷ Cloud Software as a Service (SaaS)

¹⁸ Cloud Platform as a Service (Paas)

سرویس^{۱۹}) و چهار شکل آماده‌سازی^{۲۰} (ابر خصوصی^{۲۱}، ابر گروهی^{۲۲}، ابر عمومی^{۲۳} و ابر آمیخته^{۲۴}) ترکیب یافته است.

۲-۲-۲-۲ سیر تکاملی رایانش ابری

پیدایش مفاهیم اساسی رایانش ابری به دهه ۱۹۶۰ بازمی‌گردد. زمانی که جان مک کارتی^{۲۵} اظهار داشت که «رایانش ممکن است روزی به‌عنوان یکی از صنایع همگانی سازمان‌دهی شود». تقریباً تمام ویژگی‌های امروز رایانش ابری (تدارک الاستیک، ارائه به‌صورت یک صنعت همگانی، برخط بودن و توهم دسترسی به عرضه نامحدود) به همراه مقایسه با صنعت برق و شکل‌های مصرف عمومی و خصوصی و دولتی و انجمنی را پارک هیل داگلاس در کتابی که با عنوان «مشکل صنعت همگانی رایانه» در سال ۱۹۶۶ مورد بررسی قرار داد. واژه‌ی ابر در واقع برگرفته از صنعت تلفن است؛ به این‌گونه که کمپانی‌های ارتباطات راه دور که تا دهه‌ی ۱۹۹۰ تنها خطوط نقطه‌به‌نقطه‌ی اختصاصی ارائه می‌کردند، شروع به ارائه‌ی شبکه‌های خصوصی مجازی با کیفیتی مشابه و قیمت‌های کمتر نمودند. نماد ابر برای نمایش نقطه‌ی مرزی بین بخش‌هایی که در حیطه‌ی مسئولیت کاربر هستند و آن‌هایی که در حیطه‌ی مسئولیت عرضه‌کننده بکار گرفته می‌شد. رایانش ابری مفهوم ابر را به‌گونه‌ای گسترش می‌دهد که سرورها را نیز علاوه بر زیرساخت‌های شبکه در برگیرد (IETF, 1993).

سایت آمازون با مدرن سازی مرکز داده‌ی خود نقش مهمی را در گسترش رایانش ابری ایفا کرد. بعد از حباب دات-کام^{۲۶} آن‌ها دریافتند که با تغییر مرکز داده‌های خود که مانند اغلب شبکه‌های رایانه‌ای در بیشتر اوقات تنها از ۱۰٪ ظرفیت آن استفاده می‌شد و مابقی ظرفیت برای دوره‌های کوتاه اوج

¹⁹ Cloud Infrastructure as a Service (IaaS)

²⁰ Deployment Models

²¹ Private cloud

²² Community cloud

²³ Public cloud

²⁴ Hybrid cloud

^{۲۵} John McCarthy

²⁶ Dot-com Bubble

مصرف در نظر گرفته شده بود، با معماری ابر می‌توانند بازدهی داخلی خود را بهبود بخشند. آمازون از سال ۲۰۰۶ امکان دسترسی به سامانه‌ی خود از طریق وب سرویس‌های آمازون را بر پایه رایانش همگانی ارائه کرد (Hof, 2006). در سال ۲۰۰۷، گوگل و آی بی ام به همراه چند دانشگاه پروژه‌های تحقیقاتی در مقیاسی بزرگ را در زمینه رایانش ابری آغاز نمودند (Lohr, 2007).

در اواسط سال ۲۰۰۸ شرکت گارتنر متوجه وجود موقعیتی در رایانش ابری شد که برای «شکل‌دهی ارتباط بین مصرف‌کنندگان خدمات فناوری اطلاعات، بین آن‌هایی که این سرویس‌ها را مصرف می‌کنند و آن‌ها که این سرویس‌ها را می‌فروشند» به وجود می‌آید (Schurr, 2008).

در انجمن گرجستان در سال ۲۰۱۲ طراحی و تولید ابری (CBD) در ابتدا توسط داژونگ وو، دیوید روزن، و درک شافر به منظور تبیین الگوی جدیدی برای تولید دیجیتال و نوآوری در طراحی سیستم تولیدی ابداع شد (Dazhong Wu, 2014).

در سال ۲۰۱۴ دو کتاب با عنوان "طراحی و تولید در بستر رایانش ابری" و "توسعه تولید اجتماعی" برای اولین بار توسط درک شافر در مجله اشپرینگر چاپ و منتشر گردید.

۲-۲-۳- مزایای اصلی رایانش ابری

در رایانش ابری، کاربر می‌تواند در زمان نیاز، میزان منابع مورد استفاده را کاهش یا افزایش دهد.

سایر مزایا به شرح ذیل است (شفایی تنکابنی، ۱۳۹۳).

- هزینه: ادعا می‌شود که این فناوری، هزینه‌ها را به میزان زیادی کاهش می‌دهد و هزینه‌ی سرمایه‌ای را به هزینه عملیاتی تبدیل می‌کند. این به ظاهر موانع ورود به بازار را کاهش می‌دهد، زیرا رایانش ابری، مشتریان را از مخارج سخت‌افزار، نرم‌افزار و خدمات و همچنین از درگیری با نصب و نگهداری نرم‌افزارهای کاربردی به شکل محلی می‌رهاند. همچنین هزینه‌ی توسعه‌ی نرم‌افزاری را کاهش داده و فرایند را مقیاس‌پذیرتر می‌نماید.

- عدم وابستگی به دستگاه و مکان: کاربران می‌توانند در هر مکان و با هر دستگاهی (مثل PC یا تلفن همراه) به وسیله‌ی یک مرورگر وب از طریق اینترنت به سامانه‌ها دسترسی داشته باشند.
- چند مستأجری: این ویژگی امکان به اشتراک‌گذاری منابع و هزینه‌ها بین گروهی از کاربران را به وجود می‌آورد و بدین‌وسیله موارد زیر را امکان‌پذیر می‌سازد:
 - متمرکز سازی زیرساخت‌ها در مکان‌هایی با هزینه کمتر (مثل مکان‌هایی با هزینه‌ی برق یا قیمت زمین کمتر)، افزایش به‌کارگیری و کارایی برای سامانه‌هایی که در اغلب مواقع بیش از ۱۰ تا ۲۰ درصد به‌کارگیری نمی‌شوند.
- قابلیت اطمینان: در صورتی که از سایت‌های چندگانه استفاده شود، قابلیت اطمینان افزایش می‌یابد.
- سنجش پذیری: کاربران می‌توانند در زمان تقاضا و به‌صورت دینامیک منابع را تدارک ببینند و نیازی به تدارک پیشین برای زمان‌های حداکثر بار مصرف منابع نیست. منابع در رایانش ابری باید قابل‌اندازه‌گیری باشند و لازم است که میزان مصرف منابع برای هر کاربر و هر منبع بر اساس واحدهای ساعتی، روزانه، هفتگی، ماهانه اندازه‌گرفت.
- امنیت: به دلیل تمرکز داده‌ها و منابع امنیتی بیشتر و پیچیده‌تر، امنیت افزایش می‌یابد. اما نگرانی‌ها به دلیل از دست دادن کنترل روی داده‌های حساس همچنان پابرجاست. امنیت در رایانش ابری اغلب بیشتر یا برابر با سیستم‌های سنتی است، زیرا ارائه‌دهندگان رایانش ابری به منابع اختصاصی امنیتی دسترسی دارند که بیشتر مشتریان از عهده‌ی خرید این منابع بر نمی‌آیند.
- نگهداری: به دلیل عدم نیاز به نصب برنامه‌های کاربردی برای هر کاربر، نگهداری آسان‌تر و با هزینه کمتر انجام می‌شود. شرکت‌هایی که سکوه‌های خودشان را پیاده‌سازی و اجرا می‌کنند، باید زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری خودشان را خریداری و نگهداری

نمایند و کارمندانی را برای مراقبت از سیستم استخدام کنند. همه‌ی این کارها می‌تواند پرهزینه و زمان‌بر باشد. درحالی‌که رایانش ابر نیاز به انجام این کارها را از میان می‌برد. هر دستگاه ساده که توانایی اتصال و برقراری ارتباط با سرور را داشته باشد، برای استفاده از خدمات رایانش ابر کافی است و می‌تواند نتایج را با دیگران به تشریک‌مساعی بگذارد.

۲-۲-۲-۴- ویژگی‌های اساسی رایانش ابری

۲-۲-۲-۴-۱- خدمات مبتنی بر درخواست^{۲۷}

مشتری می‌تواند در صورت نیاز به امکانات رایانشی بیشتر مانند سرور و یا فضای ذخیره‌سازی، به‌صورت خودکار و بدون نیاز به دخالت انسان، این امکانات را از طریق ارائه‌دهندگان خدمات ابری دریافت کند (شفایی تنکابنی، ۱۳۹۳).

۲-۲-۲-۴-۲- دسترسی گسترده‌ی شبکه^{۲۸}

امکانات رایانشی بر روی شبکه قراردارند و از طریق مکانیزم‌های استاندارد می‌تواند از انواع سیستم‌عامل‌های ناهمگون (مانند تلفن همراه، لپ‌تاپ و دستیارهای شخصی الکترونیکی یا PDA) پشتیبانی می‌کنند، قابل‌استفاده هستند.

۲-۲-۲-۴-۳- ادغام منابع^{۲۹}

ارائه‌دهندگان خدمات ابری، منابع رایانشی را با استفاده از مدل چندمستاجر ادغام کرده تا بتوانند به انواع مصرف‌کنندگان سرویس‌دهی کنند. این مدل، منابع مختلف فیزیکی و مجازی را به‌طور پویا و با توجه به تقاضای مصرف‌کنندگان به آن‌ها اختصاص می‌دهد. حالتی از عدم وابستگی به مکان وجود دارد که در آن مشتری معمولاً کنترل یا اطلاعی درباره‌ی محل دقیق فیزیکی از منابع فراهم‌شده را ندارد؛ ولی ممکن است در سطوح بالاتر انتزاعی بتواند محل را تعیین کند (مثل کشور، استان یا مرکز

²⁷ On-Demand Self-Service.

²⁸ Broad Network Access

²⁹ Resource pooling

شبکه، سرورها، سیستم‌های عامل، فضای ذخیره‌سازی زیرین یا حتی نرم‌افزار کاربردی را نمی‌تواند مدیریت یا کنترل کند.

۲-۲-۲-۵-۲- بستر ابری به‌عنوان سرویس

امکان دارد که مشتری برنامه‌های کاربردی ساخته‌شده یا خریداری‌شده توسط خود را بر روی زیرساخت ابری قرار دهد. این برنامه‌ها با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی و ابزارهایی که توسط ارائه‌دهنده پشتیبانی می‌شوند ساخته‌شده‌اند. یک مشتری، زیرساخت ابری، شبکه، سرورها، سیستم‌های عامل، فضای ذخیره‌سازی زیرین یا حتی نرم‌افزار کاربردی را مدیریت یا کنترل نمی‌کند؛ اما بر روی برنامه‌های کاربردی مستقر (نصب‌شده) بر روی سرور و همچنین پیکربندی محیط میزبانی (هاست) کنترل دارد.

۲-۲-۲-۵-۳- زیرساخت ابری به‌عنوان سرویس

امکاناتی که برای مشتری فراهم می‌شود، شامل توان پردازشی، فضای ذخیره‌سازی، شبکه‌ها و دیگر منابع پایه‌ای رایانشی است؛ به‌گونه‌ای که مشتری می‌تواند نرم‌افزار دلخواه خود را (شامل سیستم‌های عامل و برنامه‌های کاربردی) بر روی آن‌ها قرار داده و اجرا کند. یک مشتری، زیرساخت ابری را مدیریت یا کنترل نمی‌کند ولی بر روی سیستم‌های عامل، فضای ذخیره‌سازی، برنامه‌های قرارداده شده توسط خود کنترل دارد.

۲-۲-۲-۶- شکل‌های مختلف آماده‌سازی رایانش ابری

۲-۲-۲-۶-۱- ابر خصوصی

در این مدل، زیرساخت ابری تنها برای یک سازمان کار می‌کند و ممکن است توسط خود سازمان یا شرکتی دیگر مدیریت شود. همچنین محل فیزیکی آن می‌تواند درون یا بیرون سازمان قرار داشته باشد (Westphall, 2012).

۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲-۲ ابر گروهی

در این مدل، زیرساخت ابری بین چند سازمان به اشتراک گذاشته شده و یک گروه مشخص که وظیفه‌ای مشترک (مانند مأموریت، نیازهای امنیتی، سیاست‌گذاری و ملاحظات قانونی) دارند را پشتیبانی می‌کند. این ابر می‌تواند توسط این سازمان‌ها یا یک شرکت دیگر مدیریت شود و همچنین محل فیزیکی آن می‌تواند درون یا بیرون سازمان قرار داشته باشد.

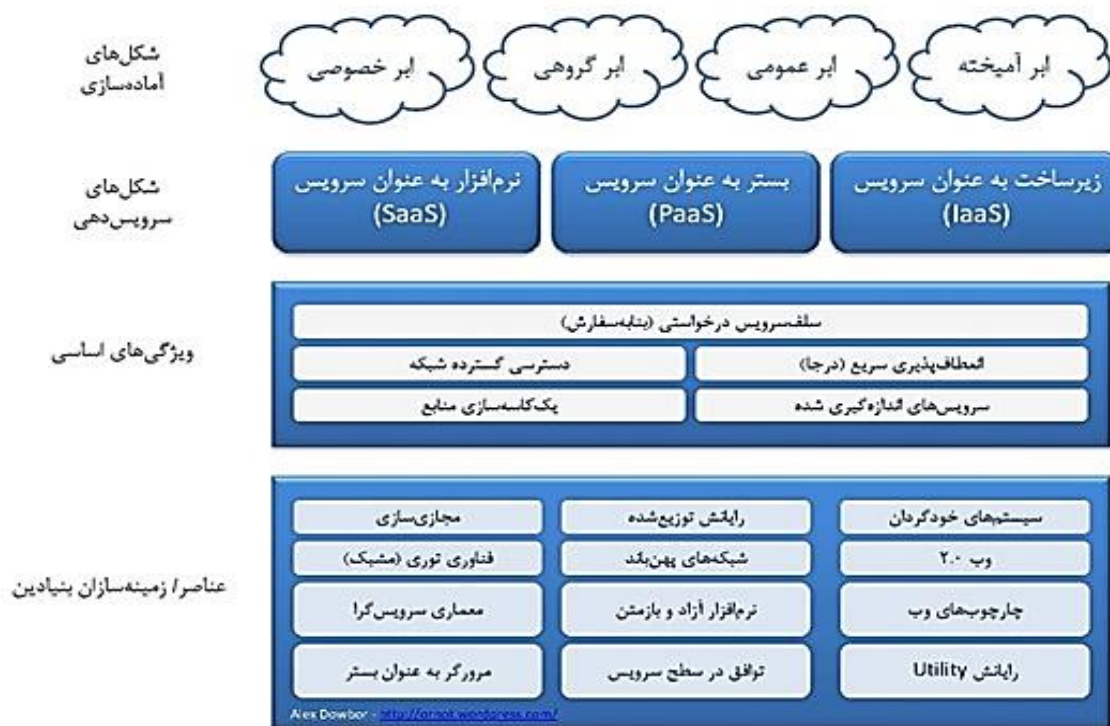
۲-۲-۲-۲-۲-۲-۳ ابر عمومی

در این مدل، زیرساخت ابری برای عموم یا برای دسته بزرگی از مشتریان در دسترس است و مالک آن سازمانی است که این خدمات ابری را می‌فروشد.

۲-۲-۲-۲-۲-۴ ابر آمیخته

در این مدل، زیرساخت ابری آمیزه‌ای است از دو یا چند ابر (خصوصی، گروهی یا عمومی) که هر کدام ویژگی‌های یکتای خود را نگه می‌دارند ولی به وسیله فناوری‌های استاندارد شده یا انحصاری که داده‌ها و برنامه‌های کاربردی را جابجا پذیر (پرتابل) می‌کند، به یکدیگر متصل شده‌اند.

بر اساس این تعاریف و برای درک بهتر، شکل شماره (۲-۱) می‌تواند یاری بخش باشد (Westphall, 2012).



شکل (۱-۲) چارچوب تعریف رایانش ابری توسط NIST

۲-۳- طراحی و تولید ابری

طراحی و تولید ابری به یک مدل توسعه محصول مبتنی بر سرویس در بخش خدمات مشتریان اشاره می‌کند که قادر است محصولات یا خدمات را از طریق زیرساخت به‌عنوان سرویس (IaaS)، پلتفرم به‌عنوان یک سرویس (PaaS)، سخت‌افزار به‌عنوان یک سرویس (HaaS)، و نرم‌افزار به‌عنوان یک سرویس (SaaS) در پاسخ به تغییرات سریع در نیازهای مشتریان، طراحی و بازسازی نماید (D Wu, Rosen, & Schaefer, 2014).

تأمین‌کنندگان در مدل IaaS، خدمات ابری را با دسترسی قرار دادن مشتریان به منابع رایانشی از قبیل ماشین‌های مجازی و ذخیره‌سازی ابری ارائه می‌دهند. در مدل PaaS، تأمین‌کنندگان خدمات ابری را با ایجاد پلتفرم‌های مشارکت اجتماعی، انجام برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی انواع محیط‌ها ارائه می‌دهند. در مدل HaaS، مشتریان خدمات ابری قادرند تا تجهیزات تولیدی از قبیل ماشین‌های فرز و پرینترهای سه‌بعدی را از تأمین‌کنندگان اجاره یا کرایه کنند. در مدل SaaS، مشتریان خدمات ابری قادرند

نرم‌افزارهای کاربردی محاسباتی گران‌قیمت از قبیل AutoCAD را بدون نصب و اجرای نرم‌افزار بر روی کامپیوترهای محلی اجرا نمایند.

۲-۲-۳-۱- چالش‌های طراحی ابری

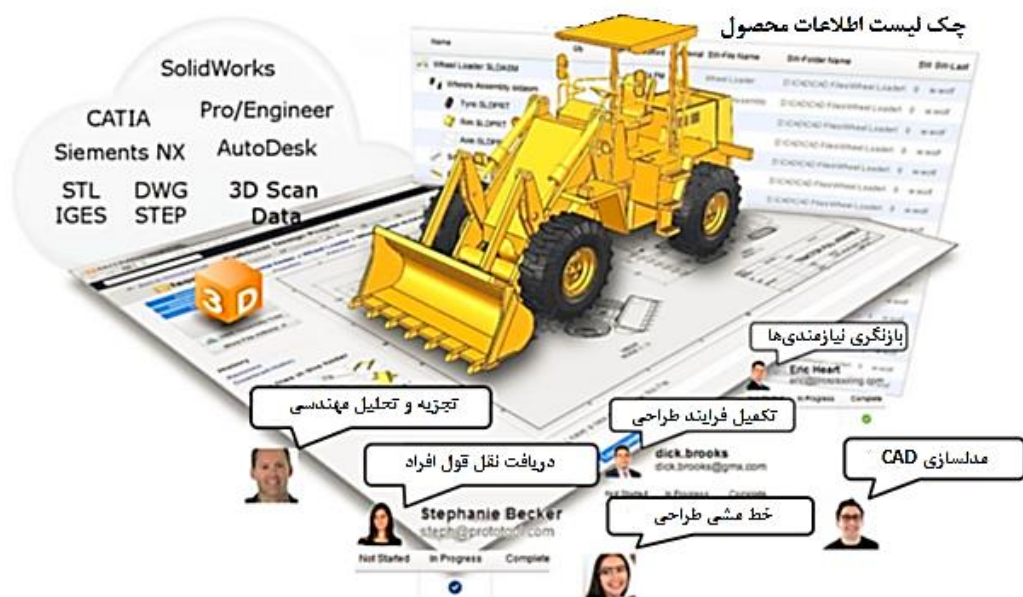
طراحی ابری به یک مدل طراحی مشارکتی اشاره می‌کند که از قابلیت رایانش ابری، بر اساس معماری مبتنی بر سرویس (SOA)، Web 2.0 (مانند سایت‌های شبکه‌های اجتماعی)، و فناوری وب برای حمایت از خدمات طراحی مهندسی در محیط‌های توزیع‌شده و مشارکتی استفاده می‌کند (D Wu, Schaefer, et al., 2013).

در حالی که هنوز یک سیستم کامل CBD وجود ندارد با این حال بعضی شرکت‌ها امروزه انتخاب اجزای حیاتی سیستم‌های CBD را توسعه داده و فراهم می‌کنند. به‌عنوان مثال، Autodesk یک پورتفولیوی نرم‌افزار مهندسی به کمک کامپیوتر را در بستر رایانش ابری شامل Autodesk 360، AutoCAD 360، Autodesk PLM 360، Mockup 360، SIM 360 و پیشنهاد می‌دهد. همچنین AutoCAD 360 به مهندسان طراحی اجازه می‌دهد تا فایل‌های دیجیتالی AutoCAD را با استفاده از دستگاه‌های موبایل شامل اسمارت فون یا تبلت ملاحظه، اصلاح و به اشتراک بگذارند. SIM 360 به کاربران اجازه می‌دهد تا شبیه‌سازهای مکانیکی (مانند پویایی سوخت محاسباتی، تجزیه و تحلیل اجزای قطعی محصول و پویایی ساختار) را در هر زمانی، هر مکانی در فضای ابری بر اساس پرداخت برحسب میزان استفاده اجرا نمایند (Dazhong Wu, 2014).

یکی از مهم‌ترین مزایای مرتبط با ابزارهای طراحی به کمک کامپیوتر (CAE) ابری این است که به آن‌ها اجازه می‌دهد برای محاسبه مقیاس ظرفیت رایانشی از طریق ماشین مجازی، شبیه یک کامپیوتر واقعی با یک سیستم عملیاتی عمل کنند. این سیستم به مجازی‌سازی اشاره می‌کند. نرم‌افزارهای CAE ابری که بر روی ماشین‌های مجازی اجرا می‌شوند از سخت‌افزارها جدا می‌شوند. مجازی‌سازی، شرکت‌ها را قادر می‌کند تا بسته‌های نرم‌افزاری مهندسی، منابع رایانشی و داده‌های ذخیره‌سازی خود را به‌منظور بهینه‌سازی زمان و به اشتراک‌گذاری منابع، از سخت‌افزارهای رایانشی فیزیکی مجزا نمایند.

علاوه بر ابزارهای CAE، پلتفرم‌های نوآوری اجتماعی ابری نیز در زمینه توسعه اجتماعی محصول برای افزایش نوآوری و همکاری در CBD استفاده می‌شوند (Schaefer, 2014).

در فاز مفهومی تجسم و طراحی جزئیات، مهندسان طراحی نیاز به درک ویژگی‌های محصول، بهبود طراحی‌ها بر اساس معماری موجود و انجام تجزیه و تحلیل اولیه با استفاده از نرم‌افزارهای کاربردی CAE دارند. از آنجایی که طراحی مکانیکی یک دستگاه، هزاران بخش را درگیر می‌کند بنابراین هر مهندس طراحی تنها اجزای منتخب خود را طراحی می‌کند. برای طراحی دستگاه مکانیکی در یک مجموعه مشارکتی توزیع شده، مهندسان طراحی باید اطلاعات محصول و تغییرات مهندسی مدل‌های سه بعدی CAD و نقشه کشی دوبعدی را به روزسانی نموده، نتایج آنالیزهای مهندسی را مورد بحث و تبادل نظر قرار دهند، جزئیات طراحی بر اساس نتایج بحث شده بازبینی شوند و در مرحله آخر برای برقراری توازن با همکاران به صورت مؤثر و کارآمد تصمیم‌گیری نمایند. بنابراین، هدف از تحقیقات وسیع در حوزه CBD، توسعه یک رویکرد جدید است. جریان اطلاعات در فرایندهای طراحی مشارکتی توزیع شده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد، رفتارهای به اشتراک گذاشته اطلاعات در گروه‌های طراحی بزرگ و پیچیده اندازه‌گیری شده و گروه طراحی با توجه به علایق و تخصص افراد در شبکه‌های اجتماعی تشخیص داده می‌شود (D Wu & Morlock, 2013). این فرایند در شکل (۲-۲) نشان داده شده است.



شکل (۲-۲) فرایند مشارکتی توزیع شده طراحی محصول

۲-۲-۳-۲- چالش در تولید ابری:

تولید ابری به یک مدل تولید شبکه‌ای اطلاق می‌شود که دسترسی به تقاضاها را از طریق مجموعه مشترک از منابع تولیدی توزیع شده و متنوع به شکل موقت، خطوط مجدد و خطوط تولید مقیاس پذیر امکان پذیر می‌سازد. تولید ابری به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های چرخه عمر محصول منجر می‌شود و برای تخصیص منابع بهینه در پاسخ به تقاضای متغیر مشتریان مناسب است (D Wu, Greer, et al., 2013).

به‌طور کلی تولید ابری یک تولید سرویس گرا و رایانشی است که از طریق مدل‌های تولید پیشرفته (مانند تأمین‌کنندگان خدمات کاربردی، تولید چابک، تولید شبکه‌ای، تولید گرید) و فناوری اطلاعات شرکت تحت حمایت رایانش ابری، اینترنت اشیا (IoT)، مجازی‌سازی و فناوری‌های سرویس گرا و فناوری محاسبات پیشرفته توسعه می‌یابد. در زمینه CBDM، مقیاس‌پذیری سریع تولید از طریق فرایندهای منابع مبتنی برابر انجام می‌گیرد. ظرفیت تولید دارای یک شاخص اندازه‌گیری کمی است که نشان می‌دهد چگونه اجزاء یا محصولات می‌توانند هر روز با یک سیستم تولید خاص تولید شوند. ظرفیت تولید نیاز به انطباق به پاسخگویی در مقابل نوسان در تقاضای بازار دارد. مقیاس‌پذیری

ظرفیت اشاره به انطباق پذیری ظرفیت تولید متناسب با تغییرات در تقاضای بازار دارد. برای مثال در مواقعی که تقاضای بازار افزایش می یابد و حد آن از ظرفیت تولیدی طراحی شده تجاوز می کند، ظرفیت تولیدی نیاز به افزایش بیشتر به منظور رسیدگی به سفارش ها و دستیابی به سود بیشتر دارد. از طرف دیگر، هنگامی که تقاضای بازار کاهش می یابد و میزان آن کمتر از ظرفیت تولیدی طراحی شده است، ظرفیت تولیدی نیاز به کاهش دارد تا شرکت از هزینه های نگهداری و اتلاف منابع جلوگیری نماید. در سیستم های تولیدی سنتی اگر تقاضای بازار رشد کند، هزینه توسعه ظرفیت برحسب مقیاس ظرفیت افزایش یافته و کاهش هزینه کمبود توجیه می شود. به طور معمول توسعه ظرفیت تولید با مقیاس گذاری ظرفیت منابع تولیدی منحصر به فرد و با منابع تولیدی اضافی برای ایجاد سیستم تولیدی درون شرکتی قابل دستیابی است (Zhang, Luo, Tao, & Li, 2014)(X. Xu, 2012).

۲-۳-۳- اثرات بالقوه طراحی و تولید ابری

CBDM اثرات قابل توجهی بر روی سه بخش کلیدی می گذارد: بازاریابی و خدمات، طراحی مهندسی و تولید. همان طور که در شکل (۲-۳) نشان داده شده است. با توجه به بازاریابی و خدمات در کوتاه مدت، CBDM این پتانسیل را دارد تا زمان ورود به بازار محصول را سرعت بخشیده، کیفیت خدمات (QoS) را افزایش داده و نیازهای مشتریان و تجزیه و تحلیل های مورد نیاز را به خوبی شناسایی کند. در بلندمدت CBDM همانند یک سیستم کامل است که سیستم را برای همکاری و همفکری با مشتریان، همکاری گروهی و توسعه محصول اجتماعی امکان پذیر می سازد. در بخش طراحی مهندسی، در کوتاه مدت CBDM به طراحان اجازه می دهد تا در همه جا دسترسی وسیعی به داده های مربوط به طراحی، فرایندهای ساده طراحی و بهبود عملکرد در وظایف طراحی محاسباتی گران قیمت داشته باشند. در بلندمدت، پلتفرم مشارکت اجتماعی ابری طراحی مشارکتی در مناطق مختلف جغرافیایی را بهبود می بخشد. در بخش تولید در کوتاه مدت، CBDM پتانسیل کافی برای بهبود به اشتراک گذاری منابع، نمونه سازی سریع، کاهش هزینه ها، عملیات، نگهداری و تعمیرات را دارد. در بلندمدت، CBDM، به طور قابل توجهی پاسخگویی سریع به تغییرات سریع در تقاضای بازار، امکان تشخیص از

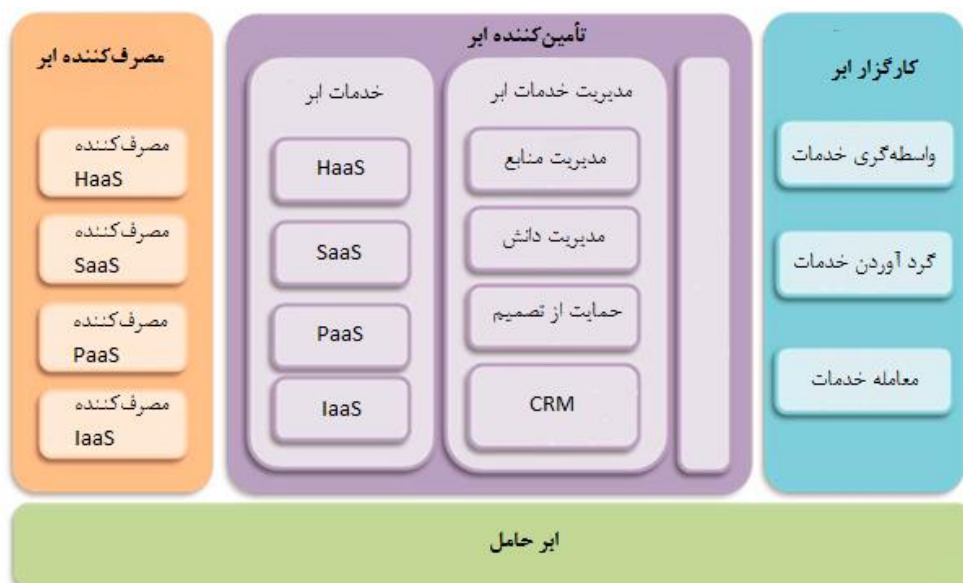
راه دور اختلالات غیرمنتظره در محیط تولید داخلی و خارجی، اتخاذ اقدامات پیشگیرانه و توأم با آن بهبود برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری را فراهم می‌کند (D Wu & Greer, 2013).



شکل (۲-۳). تأثیر بالقوه سیستم CBDM در همه بخش‌ها

۲-۲-۳-۴- مدل مرجع برای CBDM

برای نشان دادن چشم‌انداز یک سیستم CBDM در آینده، مدل مرجع مفهومی مطابق شکل (۲-۴) به‌منظور روشن شدن اجزای تشکیل‌دهنده CBDM پیشنهاد می‌شود. به‌طور کلی مدل مفهومی CBDM مجموعه‌ای از نهادها، فعالیت‌ها و توابع درگیر در سیستم‌های CBDM را تعریف می‌کند. چهار نهاد اصلی در مدل مرجع CBDM شامل (۱) مشتری ابر (۲) ارائه‌دهنده ابر (۳) کارگزار ابر و (۴) حامل ابر می‌باشند که در جدول (۲-۲) تعریف شده است (Dazhong Wu, 2014).



شکل (۲-۴) مدل مرجع CBDM

جدول (۲-۲) چهار نهاد اصلی در مدل مرجع CBDM

عوامل	تعریف
مصرف کننده ابر	یک نهاد که از خدمات ابری ارائه شده استفاده می کند
تأمین کننده ابر	یک نهاد که خدمات ابری سیستم CBDM را ارائه می دهد
کارگزار ابر	یک نهاد است که استفاده، عملکرد، تحویل خدمات و مذاکره روابط بین ارائه دهندگان و مصرف کنندگان را مدیریت می کند
حامل ابر	یک واسطه است که اتصال و انتقال خدمات از ارائه دهندگان به مشتریان خدمات را فراهم می کند

تعامل و ارتباط میان نهادها در شکل (۲-۴) نشان داده شده است. خدمات مصرف کننده شامل چهار نوع خدمات ابری مانند نرم افزار ابری به عنوان سرویس (SaaS)، پلتفرم ابری به عنوان یک سرویس (PaaS)، زیرساخت ابری به عنوان سرویس (IaaS) و سخت افزار ابری به عنوان یک سرویس (HaaS)

می‌شود. که این خدمات یا از طرف خود ارائه‌دهندگان و یا از جانب کارگزار ابر قابل‌دستیابی است.

چهار نوع خدمات CBDM و فعالیت‌های متناظر با آن‌ها در جدول (۲-۲) ارائه شده است.

جدول (۲-۳) انواع سرویس در CBDM

مدل‌های تحویل	اقدامات مشتریان	اقدامات تأمین‌کنندگان
HaaS	استفاده از سخت‌افزار و فرایندهای تولید برای تولید و عملیات تولید	تهیه و نگهداری سخت‌افزار و همچنین پشتیبانی از فرایندهای تولید
SaaS	استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری برای طراحی، تولید و تجزیه و تحلیل	نصب، مدیریت، نگهداری و همچنین پشتیبانی از اپلیکیشن‌های نرم‌افزارهای مهندسی در یک سیستم CBDM
PaaS	استفاده از پلتفرم‌های طراحی و تولید در یک سیستم CBDM، همچنین تعامل و ارتباط با سایر کاربران	تهیه و مدیریت پلتفرم طراحی و تولید، همچنین توسعه ابزارها برای مشتریان
IaaS	استفاده از منابع رایانشی، سرویس‌های اینترنت در یک سیستم CBDM	تهیه و مدیریت منابع رایانشی، سرویس‌های اینترنت در یک سیستم CBDM

ارائه‌دهنده ابر، خدمات طراحی و تولید را از طریق مدیریت خدمات شامل مدیریت منابع، مدیریت دانش، پشتیبانی از تصمیم‌گیری و مدیریت ارتباط با مشتری فراهم می‌کند. یک ارائه‌دهنده خدمت باید امنیت اعم از امنیت فیزیکی برای امنیت مجازی سیستم را مدیریت نماید. یک کارگزار ابری، خدمات CBDM را از طریق واسطه‌گری و توأم با آن دریافت دستمزد انجام می‌دهد.

۲-۲-۴- علم طراحی

۲-۲-۴-۱- اهمیت علم طراحی

طراحی با موضوعات خلاق بسیاری مانند هنر، مشترکات زیادی دارند. افراد جنبه‌های مختلف هنرهای زیبا را درک کرده اما قادر به تشریح عددی و ترکیب نهایی اجزاء آنها نمی‌باشند. به همین منظور جهت ارائه بهترین عملکرد در برخورد با موارد مختلف به مقایسه، تقلید، تجربه، درون‌یابی، برون‌یابی، و بهینه‌سازی جزئی فرآیندها می‌پردازند. در این فرآیند تصادفی، ممکن است راه‌حل‌های خلاق نیز ارائه گردد اما این راه‌حل‌ها استثناء بوده و قانون کلی نمی‌باشند. متأسفانه بسیاری از نوابغ قادر نیستند تا ایده و تکنیک‌های خود را با جزئیات کامل به نسل‌های جوان‌تر منتقل نمایند، زیرا آنها قادر نیستند توانایی‌های طبیعی خود را با کلمات بیان نمایند. اگر با هر بخش از دانش طراحی به‌شکلی جداگانه برخورد کرده و دانش را به‌صورت خام و شکلی غیرعمومی ذخیره نماییم، پایگاه اطلاعاتی آن قدر بزرگ خواهد شد که حتی با ایده‌آل‌ترین سیستم‌های اطلاعاتی نیز قابل بازیافت نخواهد بود. لذا اقدامات زیادی جهت درک فرآیند خلاق و توسعه دادن متدولوژی طراحی در زمینه نظام‌مند نمودن فرآیند طراحی انجام شده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۳).

در اواخر ۱۹۵۰ و اوایل سال‌های ۱۹۶۰ به خاطر پی بردن به عواقب حادثه چرنوبیل و به دلیل نقش خطای مهندسی در آن رویداد، تحصیلات مهندسی در سردرگمی به سر می‌برد. بسیاری از محققان و دانشمندان اعتقاد داشتند که این شکست به خاطر نداشتن تأکید بر روی طراحی مهندسی بوده است. نم پی سو به‌عنوان مجری این تلاش جدید در دانشگاه ام آی تی تصمیم گرفت که بخشی از فعالیت‌های مرکز را به ایجاد علمی برای طراحی و تولید از طریق رویکرد بدیهه‌گرا اختصاص دهد. نتیجه کار وی منجر به ارائه تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات مشتمل بر دو اصل بدیهی گردید (Suh, 1990). بدیهیات طراحی، قوانینی ایجاد می‌کنند که پایه‌ای مناسب برای مقایسه و انتخاب طرح‌ها بوده و انتخاب یک طرح خوب به توانایی آن جهت برآورده ساختن این بدیهیات بستگی دارد. فرایند طراحی شامل انتقال ادراک مشتریان از یک مسئله به موضوع طراحی است به‌طوری که مشتری

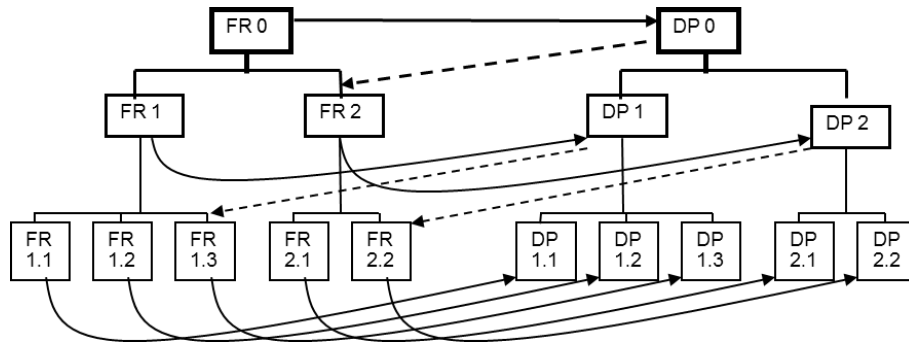
احساس رضایت نماید. طراحان قادرند تا ادراک مشتریان را از طریق ابزارها، روش‌های طراحی و یکسری منبع در دسترس انتقال دهند.

تکنیک مبتنی بر بدیهیات به‌عنوان روشی نظام‌مند در طراحی سیستم است که مورد استقبال دانشمندان و محققان رشته‌های مختلف علمی واقع شده است. این مقبولیت ناشی از به‌کارگیری دو اصل استقلال و اصل اطلاعات در طراحی است که تفاوت معناداری با سایر روش‌های طراحی ایجاد نموده است. سیستم‌هایی که بر اساس تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات، طراحی می‌شوند دارای کارایی و مطلوبیت بیشتری نسبت به دیگر روش‌های طراحی است. با معرفی تکنیک مبتنی بر بدیهیات دانشمندان و محققان زیادی سعی کرده‌اند تا تکنیک مزبور در رشته‌های مختلف بکار گیرند.

۲-۲-۴-۲- تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات

تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات یکی از روش‌های طراحی است که در سال ۱۹۹۰ توسط سو معرفی شد. این تکنیک استانداردهای لازم برای رسیدن به یک طراحی کارا و هدفمند را بیان می‌کند. طراحی به‌عنوان یک تعامل پیوسته بین "آنچه خواهان رسیدن به آن هستیم" و "چگونگی دستیابی به آن" تعریف می‌شود. آنچه که خواهان رسیدن به آن هستیم الزامات عملکردی (FR) نامیده می‌شود، که بر اساس نیازهای مشتری تعیین می‌شود. برای ارضای نیازهای عملکردی، پارامترهای طراحی (DP) باید با استفاده از تجسم آن‌ها در یک دامنه فیزیکی انتخاب شوند. فرایند طراحی شامل ارتباط FRها در حوزه عملکردی و DPها در حوزه فیزیکی است.

FRها و DPها به یک سلسله‌مراتب تجزیه می‌شوند تا طراحان یک طراحی با جزئیات کامل به دست آورند. DP توسط FR مربوطه همان سطح و FRها در سطح بعد به‌واسطه مشخصات DP در سطح بالایی تعیین می‌شوند. این فرایند طبق شکل (۲-۵) تجزیه و شکستن زیگزاگی نامیده می‌شود. این فرآیند برای سیستم‌های مقیاس بزرگ بسیار مفید است (عباسی طلایی و همکاران).



شکل (۲-۵) شکستن سلسله مراتبی زیگزاگی

به‌طور کلی در فرایند طراحی روابط بین FRهای مرتبط با DPها می‌تواند به سه شکل مستقل، نیمه وابسته و وابسته باشد. در طراحی مستقل، با تغییر DP_1 تنها متغیر عملکردی مرتبط با DP_1 یعنی FR_1 و با تغییر DP_2 تنها متغیر عملکردی مرتبط با DP_2 یعنی FR_2 تغییر می‌نماید و سایر متغیرهای عملکردی ثابت باقی می‌مانند. در طراحی نیمه وابسته با تغییر DP_1 تنها متغیر عملکردی مرتبط با DP_1 یعنی FR_1 و با تغییر DP_2 علاوه بر تغییر FR_1 ، FR_2 نیز تغییر می‌نماید. و سرانجام در طراحی وابسته با تغییر DP_1 یا DP_2 هر دو متغیر عملکردی FR_1 و FR_2 تغییر می‌کنند.

بنابراین طراحی را می‌توان به صورت رابطه ۱-۲ بیان نمود:

$$[FR] = [A][DP] \quad \text{رابطه (۱-۲)}$$

طبق رابطه ۱-۲ فرایند طراحی شامل انتخاب مجموعه‌ای از DPهای مناسب برای برآورده ساختن

FRها است که در آن $[A]$ ماتریس طراحی است (قاسمیه، ۱۳۹۱).

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۲-۲)}$$

به‌طور کلی A_{ij} را طبق رابطه ۲-۳ می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$A_{ij} = \frac{\partial FR_i}{\partial DP_j}$$

هر جزء از ماتریس A_{ij} عبارت است از میزان تغییر متغیر عملکردی FR_i به ازای تغییر میزان DP_j . تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات شامل دو اصل اساسی است. اصل استقلال و دیگری اصل اطلاعات. اصل استقلال با رابطه بین FR ها و DP ها سروکار دارد و اصل اطلاعات به پیچیدگی طراحی می‌پردازد. دو اصل (بدیهه) تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات به صورت زیر تعریف می‌شود:

اصل استقلال: اصل استقلال اشاره به این نکته دارد که در طول فرآیند طراحی، با حرکت از FR ها در قلمرو عملکردی به DP ها در قلمرو فیزیکی، ارتباط بین FR ها و DP ها باید به گونه‌ای باشد که انحراف کوچکی در یک DP خاص تنها بر FR مربوط به آن تأثیر داشته باشد.

اصل اطلاعات: بر اساس اصل اطلاعات بهترین طرح، یک طرح مستقل است که حداقل اطلاعات را در بردارد. یا به عبارتی در تعیین پارامترهای طراحی از ابزارهایی استفاده شود که احتمال دستیابی به هدف را حداکثر نماید.

شانون^{۳۴} اولین فردی بود که آنتروپی را به عنوان یک معیار اندازه‌گیری محتوی اطلاعات معرفی نموده است. ویلسون^{۳۵} نیز محتوی اطلاعاتی را به صورت معکوس لگاریتم ارضای یک تلورانس بیان داشت. به منظور سنجش اصل اطلاعات می‌توان از تکنیک‌های چند معیاره فازی یا تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده نمود (شیخ و صارمی، ۱۳۸۵). این تکنیک‌ها درجه اثربخشی هر پارامتر طراحی بر تابع عملکردی را به صورت عددی بین صفر و یک اندازه‌گیری می‌کنند.

محتوای اطلاعاتی I_i نشان‌دهنده میزان احتمال دستیابی به نیاز عملکردی (تابع هدف) FR_i از طریق متغیر فیزیکی DP_i است که مقدار بر اساس رابطه ۲-۴ محاسبه می‌گردد.

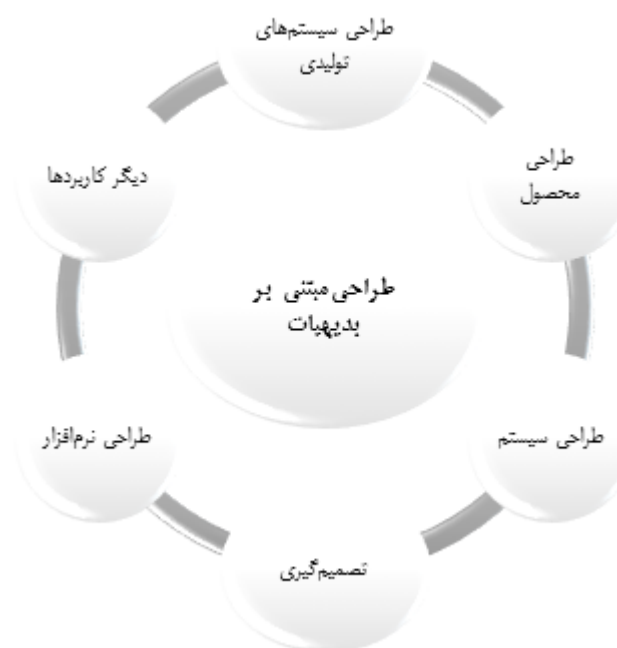
1. Sannon
2. wilson

رابطه (۴-۲)

$$I_i = \log_r \frac{1}{p_i} = -\log_r p_i$$

۲-۲-۴-۳- کاربرد تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات

به‌طورکلی کاربردهای تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات طبق شکل (۶-۲) در شش گروه تصمیم‌گیری، طراحی سیستم، طراحی محصول، طراحی سیستم تولیدی و طراحی نرم‌افزار و سایر کاربردها طبقه‌بندی می‌شود (Kulak, Cebi, & Kahraman, 2010).



شکل (۶-۲) محدوده کاربرد تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات

۲-۲-۵- مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره

۲-۲-۵-۱- روش‌های تصمیم‌گیری

مدیران عموماً جهت اجرای تصمیم‌گیری، یکی از دو روش زیر را به کار می‌برد:

۱- روش آزمون و خطا

۲- روش مدل‌سازی

در روش آزمون و خطا، تصمیم‌گیرنده با واقعیت برخورد می‌کند؛ بدین ترتیب که یکی از گزینه‌ها را انتخاب کرده و نتیجه را مشاهده می‌کند، چنانچه خطای تصمیم زیاد بوده و مشکلاتی بروز کند تصمیم را عوض کرده و گزینه‌ای دیگر را انتخاب می‌کند.

در روش مدل‌سازی، تصمیم‌گیرنده مسئله‌ی واقعی را مدل‌سازی نموده، عناصر آن و تأثیر آن‌ها بر یکدیگر را مشخص می‌نماید و به تجزیه و تحلیل مدل و پیش‌بینی عملکرد مسئله واقعی می‌پردازد. در یک بررسی و اظهار نظر کلی گفته می‌شود که مدل‌سازی عموماً یک فرآیند بوده که نیازمند کار کارشناسی متناسب نیز است. استفاده از متخصصین در امر مدل‌سازی ضروری بوده و در مقابل، فواید زیر به دست می‌آید:

۱- صرفه‌جویی در هزینه

۲- صرفه‌جویی در زمان

۳- استفاده در طراحی

۴- پیش‌بینی رفتار و عملکرد سیستم

۵- کمک به اهداف آموزشی

با توجه به مزایای مدل‌سازی، در این بخش انواع مدل‌سازی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲-۲-۵-۲- انواع مدل‌ها

افراد مختلفی از جمله فرانسویس و همکاران و توربن و آرنسون در این زمینه اظهار نظر کرده‌اند که با جمع‌بندی نظرات آن‌ها می‌توان انواع مدل‌ها را به ۴ دسته تقسیم نمود (محمد مرادی و اخترکاو،

۱۳۸۸):

• مدل‌های فیزیکی^{۳۶}

• مدل‌های شماتیک^{۳۷}

³⁶ Iconic Models, Physical Models

³⁷ Analog Models

• مدل‌های مفهومی^{۳۸}

• مدل‌های ریاضی^{۳۹}

مدل‌های فیزیکی واقعیت را در ابعادی کوچک‌تر ارائه می‌کنند. مانند نقشه یک ساختمان، ماکت یک محوطه بزرگ و غیره؛ مدل‌های شماتیک واقعیت را به صورت سمبلیک یا شماتیک ارائه می‌کنند، این مدل‌ها مانند واقعیت رفتار می‌کنند و نسبت به مدل‌های فیزیکی کمتر به واقعیت نزدیک هستند. مانند چارت‌های سازمانی، معرفی یک نقشه با رنگ‌های مختلف و غیره؛ مدل‌های مفهومی با مجموعه‌ای از مفاهیم و جملات بیان می‌شوند؛ مدل‌های ریاضی روابط عناصر را از طریق متغیرها و پارامترها بیان می‌کنند.

۲-۲-۵-۳- روش‌های حل مدل‌ها

مدل‌سازی یا تبدیل مسائل به صورت مفاهیم و عبارات یک هنر است و حل آن نیز ذوق خاصی می‌طلبد. گاهی اوقات ساخت مدل به‌تنهایی منجر به بهبود شده و حل بهینه یا مناسب را ارائه می‌کند، اما گاهی حل مدل نیاز به بررسی و تعمق بیشتری داشته و به راحتی نمی‌توان جواب قابل‌قبولی برای مدل پیدا کرد. روش‌های آماری، حل بهینه، شبیه‌سازی و روش‌های ابتکاری از جمله روش‌های حل مدل‌ها می‌باشند.

۲-۲-۵-۴- مدل‌های کلان در تصمیم‌گیری

از نظر بسیاری از دانشمندان علم مدیریت، تصمیم‌گیری جوهره‌ی اصلی مدیریت است. سایمون، نظریه‌پرداز بزرگ، مدیریت را مترادف با تصمیم‌گیری می‌داند و این می‌تواند اهمیت تصمیم‌گیری را نشان دهد. فرآیند تصمیم‌گیری بنا به نظر جان دیویی، می‌تواند در سه مرحله خلاصه گردد:

۱- مشکل کجاست؟

۲- راه‌حل‌ها کدام‌اند؟

³⁸ Conceptual Models

³⁹ Mathematical Models

۳- بهترین راه حل کدام است؟

اگر این نظر بسط یابد، می توان مراحل دقیق تر فرآیند تصمیم گیری را به صورت زیر مورد بررسی قرار داد.

۲-۲-۵-۵- مدل های تحلیل تصمیم^{۴۰}

مدل های تحلیل تصمیم را به سه گروه اصلی (شکل ۲-۷) می توان تقسیم نمود:

۱- سیستم های چندمعیاره^{۴۱} (Yoon & Hwang, 1995)

۲- سیستم های پشتیبان تصمیم^{۴۲} (Turban, 1990)

۳- سیستم های تک هدفی^{۴۳} (Howard, 1984)

۲-۲-۵-۶- سیستم های چندمعیاره

جهت تبیین بیشتر موضوع می توان مسائل چند معیاره را به صورت یک سامانه در نظر گرفت. به طور کلی عناصر یک سامانه ی چندمعیاره عبارت اند از:

• عناصر ورودی: گزینه ها، هدف کلی، معیارها، زیر اهداف، ترجیحات، سیاست ها و

محدودیت ها.

• پردازشگرها: تکنیک های چندمعیاره

• عناصر خروجی: جواب های مرجح، جواب های موثر، جواب های قابل قبول، جواب های

ارضاکننده و تحلیل حساسیت جواب ها.

۲-۲-۵-۷- انواع مدل های تصمیم گیری چند معیاره

از دیدگاه کلی می توان مدل های تصمیم گیری چندمعیاره را به دو دسته اصلی ذیل تقسیم نمود:

۱- مدل های تصمیم گیری چندهدفه^{۴۴}

⁴⁰ Decision Analysis Methods

⁴¹ Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

⁴² Decision Support Systems (DSS)

⁴³ Single Objective Decision Making (SODM)

⁴⁴ Multiple Objective Decision Making (MODM)

۲- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه^{۴۵}

در مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه می‌بایست بهترین گزینه، بر اساس محدودیت‌های سیستم، اهداف متفاوت و نیز مقدار مطلوب موردنظر تصمیم‌گیرنده برای این اهداف طراحی گردد. مسائل تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه را می‌توان به صورت رابطه ۲-۵ در نظر گرفت:

$$\text{Max } [f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)] \quad \text{رابطه (۲-۵)}$$

$$\text{St: } g_i(x) \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، با تعدادی از آلترناتیوهای از پیش تعریف‌شده و محدود است که هر یک از آلترناتیوها، سطحی از مشخصه‌های موردنظر تصمیم‌گیرنده را ارضا می‌کنند. حال می‌باید تصمیم‌گیرنده بر اساس میزان و نوع اطلاعات در دسترس از گزینه‌ها و معیارها، بهترین گزینه را انتخاب نماید.

۲-۲-۵-۸ مفاهیم اساسی در تصمیم‌گیری چند شاخصه

پنج لغت اصلی در ادبیات مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه عبارت‌اند از: مشخصه‌ها، اهداف، آرمان‌ها، معیارها و ماتریس تصمیم‌گیری.

۲-۲-۵-۹ محیط‌های تصمیم‌گیری

محیط‌های تصمیم‌گیری را می‌توان به سه دسته اصلی محیط تحت قطعیت، محیط تحت ریسک و محیط تحت عدم قطعیت تقسیم نمود. شکل (۲-۷) ویژگی‌های هر یک از این محیط‌ها را نشان می‌دهد. از دیدگاه در دسترس بودن داده‌ها، قطعیت و عدم قطعیت نشانگر دونقطه غایی هستند، درحالی‌که ریسک، یک موقعیت بینابینی را نشان می‌دهد.

⁴⁵ Multiple Attribute Decision Making (MADM)



شکل (۲-۷) انواع محیط تصمیم گیری

۲-۲-۵-۹-۱- محیط تحت عدم قطعیت

اگرچه گاهی اوقات در کنار اصطلاحات و مفاهیمی مانند تصمیم گیری و برنامه ریزی، قیدهایی مانند "تحت شرایط عدم قطعیت" اضافه می شوند اما باید اذعان کرد که تصمیم گیری و برنامه ریزی در محیطهای سرشار از آرامش، سکون، و قطعیت کامل، اگر کاملاً بی معنی نباشد، مطمئناً غیرواقع بینانه است. عدم اطمینان نقطه مقابل اطمینان است، دو نوع اصلی عدم اطمینان وجود دارد که در ذیل به بررسی آنها پرداخته می شود:

- عدم اطمینانی که حاصل شانس است مثل پرتاب سکه
 - عدم اطمینانی که ناشی از شرایط یک مشکل و قضاوت در مورد آن است.
- وقتی که از عدم اطمینان در تصمیمات استراتژیک سخن به میان می آید، منظور نوع دوم آن است. سازمان هایی که دارای فعالیت های ساده ای هستند در عملکرد خود نسبت به متهورانی که به حوادث نامطمئن آینده چشم دوخته اند، موفق ترند. در سطح استراتژیک در سازمان های بزرگ قسمت عمده ای از تصمیمات مربوط به حوادث منحصر به فرد، غیر تکراری و غیر قابل برنامه ریزی است. تصمیم گیری نیز در یک محیط پیچیده اقتصادی و اجتماعی واقع خواهد شد که مشخص کردن نتایج احتمالی تصمیم

بسیار سخت و امکان‌ناپذیر خواهد بود. بنابراین همه تصمیمات در این‌گونه سازمان‌ها ذهنی هستند؛ بدین معنا که به ذهنیت افراد تصمیم‌گیرنده در شرایط تصمیم‌بستگی دارند. به‌طور کلی عدم قطعیت‌ها در سه دسته کلی عدم قطعیت تصادفی، عدم قطعیت ناشی از فازی بودن اطلاعات و عدم قطعیت ناشی از کمبود یا ناقص بودن اطلاعات تقسیم‌بندی می‌شوند (D Wu, Rosen, & Schaefer, 2014) & (D Wu, Rosen, Wang, et al., 2014).

۲-۲-۶- منطق فازی^{۴۶}

تئوری مجموعه‌ی فازی برای حل مشکلاتی که تعریف فعالیت‌ها و مشاهداتی که غیردقیق، مبهم و یا نامعین بودند، توسعه پیدا کرد. اصطلاح "فازی" به وضعیتی اشاره دارد که در آن تعریف خوب و مناسبی برای مجموعه‌ای از فعالیت‌ها یا مشاهدات وجود ندارد (Xia & Xu, 2011). برای رفع این مشکلات، زاده (۱۹۶۵) تئوری مجموعه فازی را پیشنهاد کرد. مجموعه‌ی فازی، یک کلاس از اشیاء با یک زنجیره از درجه‌ی عضویت است. در یک تابع عضویت به هر شیء یک درجه‌ی عضویت اختصاص می‌یابد که با هر مجموعه‌ی فازی در ارتباط است. معمولاً درجه‌ی عضویت بین [۰ و ۱] است. زمانی که درجه‌ی عضویت برای یک شیء عددی یک باشد، این شیء قطعاً عضو مجموعه است. وقتی که درجه‌ی عضویت برای یک شیء صفر باشد، آن شیء قطعاً عضو مجموعه نیست. در سایر موارد اعداد بین صفر و یک می‌باشند (Xia & Xu, 2011).

۲-۲-۶-۱- تئوری مجموعه‌ی فازی^{۴۷}

ریاضیات دقیق به دلیل دانش و اطلاعات ناقص برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده کافی نیست. به‌طور سنتی، نظریه‌ی احتمال، رویکرد غالب برای حل مسائل ناقص یا عدم اطمینان بود. در این موارد، نظریه‌ی احتمال قطعاً یک راه‌حل خوب برای نمایش برخی دانش‌ها و یا اطلاعاتی است که محدوده مسائل، کاملاً مشخص و تعریف‌شده باشند. با این حال، به‌طور شهودی، نظریه‌ی احتمال برای

⁴⁶ Fuzzy logic

⁴⁷ Fuzzy set theory

سایر مسائل درست کار نمی‌کند. برای مثال، یک مرد ممکن است باهوش باشد، نباشد یا کمی باهوش باشد. یک رنگ می‌تواند قرمز باشد، نباشد یا مایل به قرمز باشد. بنابراین مشکل است که یک مجموعه‌ی مرد باهوش یا رنگ قرمز با محدوده و مرز مشخصی وجود داشته باشد. به‌طور مشابه، چگونه می‌توانیم طبقه‌بندی "تیرانداز خوب"، "بانوی زیبا"، "شخصیت خوب" و غیره را تعریف کنیم؟ بدیهی است تئوری احتمال نمی‌تواند همه‌ی مسائل ناقص (ناکامل) ممکن را مدل‌سازی کند. تئوری مجموعه‌ی فازی برای تعریف و حل مشکلاتی که بدون مرز و محدوده‌ی مشخص هستند توسعه داده شده است. بنابراین، تئوری مجموعه‌ی فازی ارتباط نسبی یا عضویت را در نظر می‌گیرد (Xia & Xu, 2011).

۲-۲-۶-۲- مفاهیم پایه در فازی

در مقابل نظریه‌ی مجموعه‌های کلاسیک و برای مقابله با مشکلات منطق بولی، مجموعه‌های فازی برای نشان دادن درجه‌ای از عناصر که متعلق به مجموعه‌ی خاصی بودند مطرح شد. به‌جای استفاده از تابع مشخص به‌عنوان یک تابع نگاشت، یک زیرمجموعه‌ی فازی \tilde{A} از مجموعه جهانی X را می‌توان با تابع عضویت آن $\mu_{\tilde{A}}(x)$ به‌صورت رابطه ۶-۲ نشان داد (Tzeng & Huang, 2011):

رابطه (۶-۲)

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x) | x \in X\}$$

که در آن $x \in X$ نشان‌دهنده‌ی عناصر متعلق به مجموعه‌ی جهانی است:

رابطه (۷-۲)

$$\mu(x) : \rightarrow [0, 1]$$

با توجه به مجموعه‌ی متناهی و گسسته‌ی $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ، یک زیرمجموعه‌ی فازی \tilde{A} از

X نیز می‌تواند به شکل رابطه ۸-۲ نمایش داده شود:

رابطه (۸-۲)

$$\tilde{A} = \sum_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}}(x_i) / x_i$$

برای یک مورد پیوسته، یک مجموعه‌ی فازی \tilde{A} از X را می‌توان به صورت فرمول ۹-۲ نشان داد:

$$\tilde{A} = \int_x \mu_{\tilde{A}}(x)/x \quad \text{رابطه (۹-۲)}$$

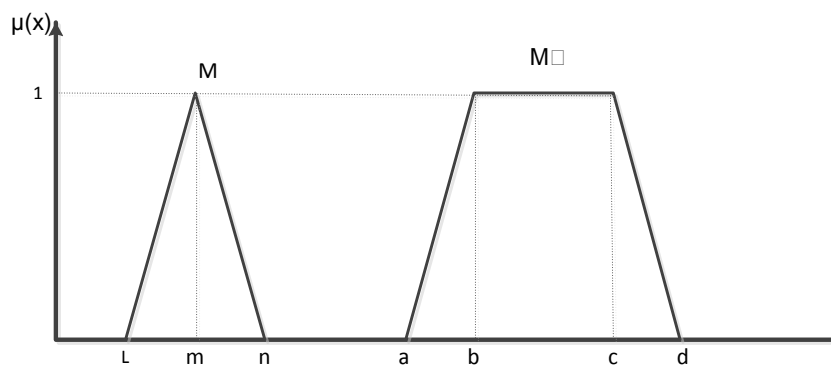
۲-۲-۶-۳- عدد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای

اگر $x, l, m, n \in R$ باشد، M به عنوان یک عدد فازی مثلثی به صورت رابطه (۱۰-۲) تعریف می‌شود:

$$\mu_M(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad \text{رابطه (۱۰-۲)}$$

در شکل (۸-۲)، $M = (l, m, n)$ و $M' = (a, b, c, d)$ به عنوان حدِ پایین و n به عنوان حدِ بالای عدد فازی مثلثی M

مشخص است.



شکل (۸-۲) اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای

وقتی چندین نقطه‌ی اوج^{۴۸} وجود دارد، عدد فازی M به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$M' = (a, b, c, d) \quad \text{رابطه (۱۱-۲)}$$

بازه $[b, c]$ بیشترین مقادیر را برای M' دارد. مقادیر کمتر از a و بیشتر از b کاملاً غیرممکن هستند.

مقادیر عضویت از b تا a و c تا d به تدریج (و یا خطی) کاهش می‌یابد.

۲-۲-۶-۴- متغیرهای کلامی^{۴۹}

⁴⁸ peak

تعاریف کلامی، یک نمایش رسمی از سیستم ساخته شده از طریق تئوری مجموعه‌ی فازی، روابط فازی و عملگرهای فازی است. متغیرهای کلامی جایگزینی برای توصیف و استفاده‌ی زبان انسان‌ها در مدل‌ها و سیستم‌های آنالیز ارائه می‌دهد. تعاریف کلامی غیررسمی توسط انسان‌ها در زندگی روزمره و در انجام وظایف تخصصی مانند کنترل تجهیزات صنعتی، عیب‌یابی، فرود هواپیما، تصمیم‌گیری، جستجو در متن و... استفاده می‌شود و معمولاً نقطه‌ی شروعی برای توسعه‌ی توصیفات کلامی است. در شرایط ذکرشده در بالا، اطلاعات را نمی‌توان با شیوه‌ای کمی و به‌طور دقیق توصیف و مورد ارزیابی قرارداد، اما شاید بتوان به شیوه‌ای کیفی این کار را کرد. این شرایط اغلب شامل تلاش (اقدام) برای واجد شرایط شدن یک رویداد یا یک شیء به وسیله‌ی قوه‌ی ادراک انسانی ما است و به همین دلیل اغلب منجر به استفاده از کلمات در زبان‌های طبیعی بجای مقادیر عددی می‌شود. برای مثال، در تصمیم‌گیری گروهی، نقش یک فرد را می‌توان با استفاده از اصطلاحات کلامی مانند "شخص مهم" توصیف کرد. برای توضیح قضاوت‌ها یا نظرات تصمیم‌گیرندگان برای مقایسه‌ی یک جفت از معیارهای ارزیابی، به‌طور مثال از واژه‌ی جملات "همان اندازه مهم" یا "A مهم‌تر از B است" می‌تواند استفاده شود. در دیگر موارد، اطلاعات کمی دقیق، به علت دسترس‌ناپذیری یا هزینه‌ی محاسباتی بالای آن نمی‌تواند به دست آید. از این رو "مقادیر فازی" تقریبی می‌تواند به کار گرفته شود. برای مثال، هنگام ارزیابی رضایت برای یک محصول، کلماتی مانند "خیلی خوب"، "خوب"، "متوسط" می‌تواند بجای مقادیر عددی استفاده شود. به‌طور مشابه، برای بیان اولویت‌های تصمیم‌گیرندگان برای یک اصطلاح کلامی⁴⁹ جایگزین، عبارات "کم" و "زیاد" می‌تواند استفاده شود. از آنجایی که این اصطلاحات کلامی بیانگر عدم اطمینان، عدم دقت و ابهام تصمیم‌گیرندگان هستند، مجموعه‌ی فازی و روابط آن برای مدل‌سازی متغیرهای کلامی در مقابل ارزیابی‌های کیفی تعریف شده در زبان انسان‌ها مناسب می‌باشند.

⁴⁹ Linguistic Variable

⁵⁰ Linguistic Term

یک متغیر کلامی، یک پنج‌گانه‌ی $(X, T(X), U, G, M)$ است، که در آن X نام متغیر، $T(X)$ مجموعه‌ی اصطلاحات، مانند مجموعه نام‌های متغیرهای کلامی X ، و U گفتمان جهانی، G گرامر برای تولید نام‌ها و M یک مجموعه از قوانین معنایی برای ارتباط هر X با معنی خود است. به‌عنوان نمونه، برای بیان اولویت‌های تصمیم‌گیرندگان، پنج اصطلاح کلامی در بازه‌ی ۰ تا ۱ تعریف شده و به همراه توابع عضویت عمومی در جدول (۲-۴) نشان داده شده است.

Linguistic terms	Membership functions
Very low	$\bigcup_{\lambda \in [0, 1]} \lambda [0, \frac{\sqrt{1-\lambda}}{10}]$
Low	$\bigcup_{\lambda \in [0, 1]} \lambda [\frac{\sqrt{\lambda}}{10}, \frac{\sqrt{9-8\lambda}}{10}]$
Medium	$\bigcup_{\lambda \in [0, 1]} \lambda [\frac{\sqrt{16\lambda+9}}{10}, \frac{\sqrt{49-24\lambda}}{10}]$
High	$\bigcup_{\lambda \in [0, 1]} \lambda [\frac{\sqrt{32\lambda+49}}{10}, \frac{\sqrt{100-19\lambda}}{10}]$
Very high	$\bigcup_{\lambda \in [0, 1]} \lambda [\frac{\sqrt{19\lambda+81}}{10}, 1]$

جدول (۲-۴) برخی از تعاریف اولویت در متغیرهای کلامی

مفهوم متغیرهای کلامی برای کنترل انواع اصطلاحات کلامی و استدلالات تقریبی در خیلی از حوزه‌ها بخصوص در مسائل تصمیم‌گیری بکار می‌رود.

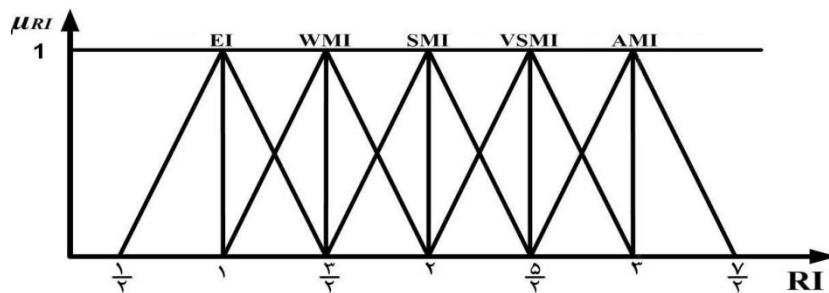
۲-۲-۷ فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی^{۵۱}، یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه است که توسط ساعتی^{۵۲} معرفی شده است. هنگامی که در تصمیم‌گیری، با چند گزینه و شاخص روبرو هستیم، این روش می‌تواند مفید باشد (Saaty & Vergas, 2006). گرچه افراد خبره از شایستگی‌ها و توانایی‌های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می‌نمایند، اما باید به این نکته توجه داشت که فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی سنتی، امکان انعکاس کامل سبک تفکر انسانی را ندارد. به عبارت بهتر، استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی و بعضاً مبهم انسانی دارد و بنابراین بهتر است با استفاده از مجموعه‌های فازی (به‌کارگیری اعداد فازی) به پیش‌بینی بلندمدت و تصمیم‌گیری

3. Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

4. Saaty

در دنیای واقعی پرداخت (Hong, 1995). در ۱۹۸۳، دو محقق هلندی به نام‌های لارهورن و پدريک، روشی را برای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی پیشنهاد نمودند که بر اساس روش حداقل مجزورات لگاریتمی بود. پیچیدگی مراحل این روش باعث شد این روش چندان مورد استفاده قرار نگیرد. در ۱۹۹۶، روش دیگری با عنوان "روش تحلیل توسعه‌ای" توسط چنگ ارائه شد. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. مقیاس‌های فازی مورد استفاده در روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی در شکل (۲-۹) نشان داده شده‌اند.



شکل (۲-۹). مقیاس‌های زبانی برای بیان درجه اهمیت

۲-۲-۸- فازی تردیدی

تصمیم‌گیرندگان در هنگام تصمیم‌گیری بسیار مردد و دارای شک و ابهام بوده و معمولاً برای دستیابی به توافق نهایی با مشکل مواجه می‌شوند. به‌عنوان مثال دو تصمیم‌گیرنده زمانی که برای تعیین درجه عضویت یک عضو با یکدیگر بحث و تبادل نظر می‌کنند ممکن است یک نفر درجه عضویت ۰/۶ و دیگری درجه عضویت ۰/۸ را اختصاص دهد. بر همین اساس، انتخاب درجه عضویت عناصر متفاوت بوده که این امر به سبب وجود یک درجه خطا و یا توزیع احتمال درجه عضویت نیست بلکه به علت وجود مجموعه‌ای از ارزش‌های ممکن است. در مواجهه با چنین شرایطی، تورا و ناروکاوا (۲۰۰۹) مفهوم جدیدی به‌عنوان مجموعه فازی تردیدی معرفی نمودند (Torra & Narukawa, 2009).

در سال ۲۰۱۱، چو و چیا مفهوم اجزای فازی تردیدی را تعریف نمودند که می‌تواند به‌عنوان یک جزء اساسی از مجموعه فازی تردیدی در نظر گرفته شود که این مفهوم یک ابزار ساده اما مؤثر برای بیان ترجیحات در فرایندهای تصمیم‌گیری برای تصمیم‌گیرندگان در حالت تردید به حساب می‌آید. بدین منظور طی سالیان اخیر اقدامات بسیاری مانند گرد آوردن نظرات گروهی، تعیین فاصله، تشخیص

تشابه و ارتباطات داده‌ها، تجزیه و تحلیل کلاسترینگ و تصمیم‌گیری با اطلاعات فازی تردیدی انجام گرفته است.

۲-۸-۱- عملیات تجمعی فازی تردیدی و کاربردها:

از زمانی که مجموعه‌های فازی معرفی شدند، چندین مدل مختلف بسط یافته‌اند. مانند فازی شهودی^{۵۳} (Atanassov, 1986)، فازی نوع ۲^{۵۴} (Dubois & Prade, 1980)(Miyamoto, 2005)، فازی نوع n ^{۵۵} (Dubois & Prade, 1980)، فازی مالتی ست^{۵۶} (Miyamoto, 2000)(Yager, 1986) و فازی تردیدی (Torra & Narukawa, 2009).

فازی شهودی دارای سه بخش اصلی تابع عضویت، تابع غیر عضویت و تابع تردید در عضویت است. در فازی نوع ۲ به هر یک از اجزاء درجه عضویت تعلق می‌گیرد. نوع n فازی تعمیمی از نوع ۲ است که اجازه می‌دهد عضویت عناصر جزئی از $n-1$ مجموعه ممکن باشد. در فازی مالتی ست، عضویت اجزاء می‌تواند بیشتر از یک بار تکرار شوند. فازی تردیدی اجازه می‌دهد عضویت عناصر تنها مجموعه‌ای از ارزش‌های ممکن را داشته باشد. توررا و ناروکاوا (۲۰۰۹) و توررا (۲۰۰۹) روابط بین فازی تردیدی و انواع دیگر مجموعه‌های فازی را مورد بحث قرار داده و نشان دادند که پوشش فازی تردیدی یک فازی شهودی است. توررا همچنین اثبات کرد که عملیات پیشنهادی او سازگار با مجموعه‌های فازی شهودی در شرایطی که برای پوشش مجموعه‌های فازی تردیدی بکار می‌روند هستند. فازی تردیدی اجازه می‌دهد عضویت عناصر مقادیر متعددی داشته باشد. پژوهش‌های زیادی درباره چهار نوع اول مجموعه‌های فازی انجام شده است. با این حال اقدامات اندکی در مورد مجموعه‌های فازی تردیدی انجام گرفته است. در واقع توررا روابط بین فازی تردیدی و سه نوع دیگر فازی را تعیین کرد و نشان داد که پوشش مجموعه فازی تردیدی یک مجموعه فازی شهودی است.

⁵³ Intuitionistic fuzzy set

⁵⁴ type-2 fuzzy set

⁵⁵ type- n fuzzy set

⁵⁶ Multiset fuzzy set

مجموعه فازی تردیدی به عنوان یک تعمیم از مجموعه‌های فازی، در شرایطی که تعیین درجه عضویت عناصر یک تابع در ابهام و تردید باشد ابزار بسیار مفیدی است.

مجموعه فازی تردیدی را می‌توان در حل بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری به کار گرفت. برای به دست آوردن گزینه بهینه در مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه که توسط افراد مختلف انجام می‌گیرد معمولاً دو راه وجود دارد:

۱- تجمیع نظرات تصمیم‌گیرندگان به ازای هر شاخص و برای هر گزینه. سپس جمع مقادیر شاخص‌ها برای هر گزینه.

۲- اختصاص ارزش‌ها و مقادیر به هر گزینه توسط تصمیم‌گیرندگان و سپس جمع نظرات تصمیم‌گیرندگان برای هر گزینه

برای مثال، برای یک مسئله تصمیم‌گیری با چهار شاخص، $X_j (j=1,2,3,4)$ و پنج تصمیم‌گیرنده $D_k (k=1,2,3,4,5)$ و سه گزینه $A_i (i=1,2,3)$ بایستی به هر یک از سه گزینه A_i مقادیر و ارزش‌هایی توسط تصمیم‌گیرندگان با توجه به شاخص‌ها اختصاص یابد.

در اکثر مواقع، تصمیم‌گیرندگان یک سازمان، برای گرفتن یک نتیجه منطقی در تصمیم‌گیری بایستی اطلاعات ترجیحی درباره گزینه‌های یک مجموعه را تعیین نمایند. باین حال بسیاری از آن‌ها درباره ارزش مقادیر اختصاصی از اطمینان بالایی برخوردار نبوده و بین چند مقدار مختلف دارای تردید هستند. به‌طور کلی تصمیم‌گیرندگان زمانی درجه عضویت عناصر را تعیین می‌کنند که از میزان تخمین گزینه‌ها به ازای هر شاخص رضایت داشته باشند. برای مثال، برخی تصمیم‌گیرندگان درجه عضویت ۰/۳، برخی ۰/۵ و دیگران ۰/۶ را اختصاص می‌دهند. در شرایطی که هیچ‌یک از تصمیم‌گیرندگان در مورد نظرت متفاوت دیگران قانع نشوند در چنین شرایطی برای نمایش درجه عضویت گزینه‌ها برحسب معیارها از فازی تردیدی که به‌صورت مجموعه اجزای $\{0/3, 0/5, 0/6\}$ است استفاده می‌گردد (Zhu, Xu, & Xia, 2012).

با معرفی رویکرد فازی تردیدی و در نظر گرفتن مجموعه $\{0/3, 0/5, 0/6\}$ ، شرایط کلی به صورت جامع تر و دقیق تری نسبت به فازی نوع یک (عضویت $0/3$ یا $0/5$ و یا $0/6$) یا اعداد فازی اینتروال $[0/3, 0/6]$ و یا فازی شهودی $(0/3, 0/4)$ شرح داده می شود. زیرا درجه ای که به گزینه ها بر حسب شاخص ها اختصاص می یابد نه بر اساس تنها یک عدد $0/3$ و یا $0/6$ و نه بر اساس یک بازه بین $0/3$ و $0/6$ است بلکه تنها بر اساس مجموعه ارزش های ممکن که توسط تصمیم گیرندگان تعیین شده است یعنی $0/3$ و $0/5$ و $0/6$ است.

با توجه به مطالب مطرح شده، تورا و ناروکاوا (۲۰۰۹) و تورا (۲۰۱۰) روابط فازی را به صورت زیر ارائه نمودند:

تعریف ۱-۲ فرض کنید x یک مجموعه عددی ثابت باشد. مجموعه فازی تردیدی بر حسب x زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که x زیرمجموعه ای از $[0$ و $1]$ باشد. به منظور درک بهتر چیا و چو (۲۰۱۱) HFS را به صورت زیر (رابطه ۱۲-۲) تعریف نمودند (Torra & Narukawa, 2009)(Torra, 2010):

$$A = \{ \langle x, h_A(x) \rangle \mid x \in X \} \quad \text{رابطه (۱۲-۲)}$$

به طوریکه $h_A(x)$ مجموعه ای از برخی مقادیر در بازه $[0$ و $1]$ است که مبتنی بر درجه عضویت مقادیر بر حسب x (عضوی از جامعه X) است. چو و چیا (۲۰۱۱) فرض کردند که $h = h_A(x)$ یک HFS بوده و Θ مجموعه ای از HFS ها است.

تورا برخی مفاهیم اولیه از HFS را به ازای x در X به صورت زیر تعریف نمود:

(۱-۱-۲): مجموعه تهی: $h = \{0\}$. که برای سادگی از این پس با O^* نشان داده می شود.

(۲-۱-۲): مجموعه کامل: $h = \{1\}$ که با I^* نشان داده می شود.

(۳-۱-۲): کاملاً نامعین: $h = [0,1] \triangleq U^*$. به طوری که همه مقادیر امکان پذیر است.

(۴-۱-۲): مجموعه بی معنی: $h = \emptyset^*$

لیائو و چو توضیحات عمیقی بر اساس HFS ها از نقطه نظر تعریف HFS و فرایندهای تصمیم‌گیری بیان نمودند (Liao & Xu, 2014):

HFS در مجموعه ثابت X دارای شرایط تابع h است و هنگامی به کار می‌رود که X یک زیرمجموعه از $[0, 1]$ است.

از این رو، اگر h هیچ مقداری نداشته باشد بدین معناست که یک مجموعه بی‌معنی است. طبق همین قیاس، در صورتی مجموعه شامل کل بازه 0 و 1 می‌شود که شامل کلیه مقادیر ممکن 0 و 1 باشد که در چنین شرایطی عضویت عناصر کاملاً نامعین می‌شود. همچنین اگر تنها شامل یک عدد منحصر به فرد باشد بدین معناست که نظرات یکسان و محیط معین است. در مواقعی که مقدار $\gamma = 0$ بدین معناست که عضویت عناصر برابر با صفر است. بنابراین می‌توان گفت این یک مجموعه تهی است. در حالی که اگر $\gamma = 1$ بنابراین این یک مجموعه کامل است. باید توجه داشت که نباید مجموعه تهی را به عنوان مجموعه‌ای که هیچ مقداری در آن وجود ندارد و همچنین نباید مجموعه کامل را به عنوان مجموعه‌ای از همه مقادیر ممکن در نظر گرفت. این موارد تفاوت عمده فازی سنتی و فازی تردیدی است. تفاوت این چهار HFS در تصمیم‌گیری به‌خوبی آشکار است. یک سازمان با چند تصمیم‌گیرنده از نواحی مختلف برای ارزیابی یک گزینه با استفاده از HFES را در نظر بگیرید. مجموعه تهی بیانگر این است که همه تصمیم‌گیرندگان با گزینه مدنظر مخالفت دارند. مجموعه کامل بدین معناست که همه تصمیم‌گیرندگان با آن موافق‌اند. مجموعه کاملاً نامعین بیانگر این است که همه تصمیم‌گیرندگان هیچ نظری برای گزینه ندارند. مجموعه بی‌معنا دلالت بر بی‌معنا بودن مجموعه دارد. برای مقایسه انواع HFES، چیا و چو (۲۰۱۱) روش مقایسه‌ای را تعریف نمودند:

تعریف ۲-۲: برای یک HFE، امتیاز h به صورت رابطه زیر است:

$$s(h) = \frac{1}{l_h} \sum_{\gamma \in h} \gamma \quad \text{رابطه (۲-۱۳)}$$

تعریف می‌شود. به طوری که l_h تعداد اجزاء h است. برای دو HFES h_1 و h_2 اگر $s(h_1) \succ s(h_2)$ بنا بر این h_1 برتر از h_2 است ($h_1 \succ h_2$)؛ اگر $s(h_1) = s(h_2)$ آنگاه h_1 معادل با h_2 است ($h_1 \sim h_2$).

واضح است که طبق تعریف ۲-۲ تنها تساوی امتیازات h_1 و h_2 ملاک معادل بودن h_1 و h_2 نبوده بلکه ممکن است درجه انحراف آن‌ها متفاوت باشد. درجه انحراف همه اجزاء با توجه به میانگین مقادیر در یک HFE بیانگر این است که چگونه اجزاء با یکدیگر سازش داشته و هرکدام از آن‌ها از چه میزان پایداری برخوردار هستند. به منظور درک بهتر این موضوع، چن و دیگران (۲۰۱۳) مفهوم درجه انحراف را به صورت زیر تعریف نمودند:

تعریف ۲-۳: برای یک HFE h ، درجه انحراف $\bar{\sigma}(h)$ از h به صورت زیر تعریف می‌شود (N. Chen, Xu, & Xia, 2013):

$$\bar{\sigma}(h) = \left[\frac{1}{l_h} \sum_{\gamma \in h} (\gamma - s(h))^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{رابطه (۲-۱۴)}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود $s(h)$ بیانگر میانگین آماری و $\bar{\sigma}(h)$ بیانگر واریانس که نشان‌دهنده درجه انحراف بین همه ارزش‌ها در HFE h و مقدار متوسط است. با توجه به این رویکرد، بر اساس امتیاز $s(h)$ و درجه انحراف $\bar{\sigma}(h)$ ، چن و دیگران (۲۰۱۳) یک روش برای مقایسه و رتبه‌بندی دو HFES به صورت زیر تعریف نمودند:

تعریف ۲-۴ فرض کنید h_1 و h_2 دو HFES، $s(h_1)$ و $s(h_2)$ به ترتیب امتیازات h_1 و h_2 و $\bar{\sigma}(h_1)$ و $\bar{\sigma}(h_2)$ به ترتیب درجه انحراف h_1 و h_2 باشند آنگاه:

رابطه (۱۵-۲) $\text{If } s(h_1) < s(h_2) , \text{ then } h_1 < h_2 .$

$\text{If } s(h_1) = s(h_2) , \text{ then}$

(i) $\text{If } \bar{\sigma}(h_1) = \bar{\sigma}(h_2) , \text{ then } h_1 = h_2 .$

(ii) $\text{If } \bar{\sigma}(h_1) < \bar{\sigma}(h_2) , \text{ then } h_1 > h_2 .$

(iii) $\text{If } \bar{\sigma}(h_1) > \bar{\sigma}(h_2) , \text{ then } h_1 < h_2 .$

علاوه بر این، لیائو و همکاران (۲۰۱۳) سایر درجه انحرافات را به صورت زیر توسعه دادند:

تعریف ۲-۵ فرض کنید h یک HFE باشند. بنابراین:

$$\bar{\sigma}'(h) = \frac{1}{l_h} \sqrt{\sum_{\gamma_i, \gamma_j \in h} (\gamma_i - \gamma_j)^2} \quad \text{رابطه (۱۶-۲)}$$

این رابطه بیانگر درجه انحراف h است که نشان دهنده انحراف استاندارد در میان همه اجزای دودویی در h HFE است.

برای دو HFEs h_1 و h_2 اگر $\bar{\sigma}(h_2) > \bar{\sigma}(h_1)$ آنگاه $h_1 < h_2$. اگر $\bar{\sigma}(h_2) = \bar{\sigma}(h_1)$ آنگاه $h_1 = h_2$.

۳-۲ پیشینه پژوهش

۱-۳-۲ پیشینه داخلی

رضا شیخ و محمود صارمی در سال ۱۳۸۵ پژوهشی با عنوان "طراحی مبتنی بر بدیهیات ابزاری جهت فازبندی و استقرار سیستم تولیدی" انجام داده که در این پژوهش عناصر و روابط بین اجزاء سیستم شناسایی شده و بر اساس اصول بدیهی سیستم مدنظر طراحی می گردد.

رضا شیخ، علی عباسی طلایی و محمد عباسی در سال ۱۳۹۴ در تحقیقی با عنوان "طراحی چارچوبی نظام مند جهت تدوین کتاب های درسی با رویکرد تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات" ضمن ارائه چارچوبی جامع از معیارها و عوامل مؤثر در کیفیت کتاب درسی، از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات به عنوان روشی کارا و سیستمی برای طراحی کتاب های درسی استفاده نمودند.

طبق بررسی‌های صورت گرفته هیچ‌گونه مطالعه‌ای در ارتباط با سیستم تولید ابری و رویکرد فازی تردیدی در ایران انجام نشده است.

۲-۳-۲ پیشینه خارجی

رضا شیخ، محمد عباسی، علی عباسی طلائی و مینا طهماسبی در تحقیقی با عنوان " بررسی اصل استقلال در طراحی سیستم‌های اجتماعی" در کنفرانس بین‌المللی تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات در فلورانس ایتالیا به بررسی ناکارآمدی اصل استقلال در طراحی سیستم‌های اجتماعی به علت پویایی محیط پرداختند.

بررسی ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که مقالات و منابع متعددی در حوزه‌ی تئوریک و فلسفی ظهور و بایدها و نبایدهای وجود رایانش ابری در سال‌های اخیر منتشر شده است. جان مک کارتی^{۵۷} در سال ۱۹۶۱ اظهار داشت که «رایانش ممکن است روزی به‌عنوان یکی از صنایع همگانی سازمان‌دهی شود» (گارفینکل^{۵۸} ۲۰۱۱). بنابراین می‌توان این گفته را به‌عنوان شروع تفکر تئوریک در زمینه ظهور رایانش ابری در نظر گرفت.

مطالعات بسیار زیادی در زمینه طراحی مشارکتی و همچنین رایانش ابری در سال‌های اخیر انجام شده است. از کارهای پژوهشی در این زمینه می‌توان به شارما (۲۰۱۰) در بررسی رایانش ابری در بامک‌ها در کشور هند اشاره کرد که هزینه سالانه کمتر و سازگاری بیشتر ابر را نسبت به سیستم‌های ERP نشان می‌دهد. علاوه بر کارهای پژوهشی در این زمینه، پیشنهادهای اجرایی نیز در این حوزه به چشم می‌خورد. برخی از مطالعات سال‌های اخیر در رابطه با طراحی و ساخت مشارکتی محصول با استفاده از زیرساخت‌های رایانش ابری در زیر آورده شده است:

در زمینه طراحی مشارکتی برای سیستم‌های CAD رایانش ابری، وانگ و دیگران (۲۰۱۱) مدلی را برای سیستم CAD رایانش ابری ایجاد کرده است که شامل مدیریت اطلاعات کاربران، مدیریت داده

⁵⁷John McCarthy

⁵⁸Garfinkel

کاربران، آنالیز اطلاعات طراحی کاربران، ذخیره‌سازی اطلاعات کاربران و اسناد طراحی است که طراحی را به صورت هم‌زمان پشتیبانی می‌کند. برای طراحی و پیاده‌سازی یک پلتفرم مشارکتی مبتنی برابری برای تجربه رسانه‌های آنلاین به صورت هم‌زمان، از یک مرورگر وب معرفی شده است (Gadea & Solomon, 2011). در این پلتفرم نشان داده می‌شود که چگونه کاربران می‌توانند فراتر از یک چت تصویری در حالی که فیلم‌ها، عکس‌ها، نقشه‌ها، اسناد و... را در یک‌زمان مشاهده می‌کنند، مشارکت نیز داشته باشند. به عنوان یک پلتفرم، توسعه‌دهندگان به راحتی می‌توانند منابع رسانه‌ای جدید را به سیستم اضافه کنند، به طوری که تمام رسانه‌های عمومی دیجیتال برای اشتراک‌گذاری فوری در دسترس می‌باشند. در حوزه طراحی مشارکتی محصول با استفاده از زیرساخت رایانش ابری، بهلولی و هلند (۲۰۱۱) چارچوبی را با قابلیت‌هایی مانند کاهش هزینه‌های تولید و زمان، یکپارچه‌سازی نیازها و بازخورد کارفرمایان به فعالیت‌های تولیدکنندگان به خصوص فرایند طراحی، در دسترس بودن مقادیر زیادی از دانش طراحی در زمان و افزایش دسترسی در سراسر پلتفرم‌ها از جمله تلفن همراه پیشنهاد نمودند.

ماوریکیوس و دیگران (۲۰۱۱) بر روی توسعه پلتفرم مبتنی بر وب برای طراحی مشارکتی تمرکز کرده است که شامل ذخیره‌سازی سریع داده محصول و به اشتراک‌گذاری آسان با استفاده از یک پلتفرم مدیریت مبتنی بر وب، ارتباطات هم‌زمان و غیرهم‌زمان در بین افراد توزیع شده و یا گروه‌های کاربری، مدل‌سازی هندسی مشارکتی در زمان و تجسم همه‌جانبه محصول همراه با مکانسیم پشتیبانی از تصمیم‌گیری هوشمند برای ارزیابی طراحی مشارکتی، و همچنین قادر کردن بامک‌ها برای بهره بردن از این ابزارها به منظور بهبود همکاری در فرایند توسعه محصول، به خصوص با تولیدکنندگان تجهیزات اصلی است. سیستم‌های طراحی و ساخت به صورت مشارکتی با استفاده از زیرساخت‌های ابری توسط شافر و تامس (۲۰۱۲) بررسی و بحث شده است و پلتفرمی برای مشارکت طراحان در نقاط پراکنده که قادر به اشتراک‌گذاری سخت‌افزار و نرم‌افزارهای خود و انجام کار طراحی به صورت مشارکتی و البته نه هم‌زمان هستند، ارائه و پیاده‌سازی شده است.

کولاک (۲۰۰۵) یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری به منظور انتخاب مواد و تجهیزات درمانی بر اساس دو نوع معیار فنی و معیار اقتصادی پیشنهاد کرد. این سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری فیوماهیس^{۵۹} نام دارد. تصمیم‌نهایی برای انتخاب بهترین تجهیزات با استفاده از اصل اطلاعات روش AD به دست می‌آید. فیوماهیس با استفاده از هر نوع اطلاعات ناقص و کامل می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری را انجام می‌دهد. کولاک و کاهرامان (۲۰۰۵) اصل اطلاعات را در یک تصمیم‌گیری چند معیاره برای حل مسئله یک شرکت حمل‌ونقل بیان کردند. آن‌ها در مطالعه خود، مسئله را در چهار مرحله به انجام رساندند ۱- بخش‌بندی طراحی مبتنی بر بدیهیات ۲- طراحی بدیهی فازی، ۳- فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، ۴- فازی کردن فرایند سلسله‌مراتبی. کوئلهو و مورثو (۲۰۰۷) از اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری برای تعیین فناوری‌های تولید استفاده کردند. اصل استقلال برای بررسی اینکه آیا ابعاد طراحی الزامات عملکردی موردنیاز را داراست یا خیر. پس‌از آن اصل اطلاعات به انتخاب فناوری مناسب در سطح تصمیم‌گیری می‌پردازد.

کانان و دیگران (۲۰۱۵) در تحقیقی به بررسی نقش تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات فازی در انتخاب تأمین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین سبز پرداختند که نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد شرکت‌های تولیدی به کمک تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات می‌توانند به شیوه‌ای سیستماتیک و نظام‌مند کلیه تأمین‌کنندگان را بر اساس شاخص‌های مختلف مورد ارزیابی قرار دهند. مینگ و دیگران در سال ۲۰۱۴ تجزیه و تحلیل تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تحت محیط فازی تردیدی را تشریح نمودند.

⁵⁹ FUMAHES



فصل سوم

روش‌شناسی تحقیق

۳-۱ مقدمه

اغلب شرکت‌ها در بازار تولیدی با هزینه زیاد، حاشیه سود کم و رقابت شدید روبرو بوده و تنها تعداد محدودی از آن‌ها توانسته‌اند سود قابل توجهی ایجاد کنند. این واقعیت ریشه در عواملی همچون فشارهای شدید برای کاهش قیمت، تلاش برای بهبود عملکرد سیستم تولیدی، به‌کارگیری فناوری‌های جدید اطلاعات، فشارهای شدید برای بهبود خدمت‌دهی به مشتریان، جهانی‌سازی، یکپارچه‌سازی و ترکیب، سخت‌گیرانه‌تر شدن سیاست‌های دولت، سرعت یافتن معرفی محصولات نو به بازار، بازارهای جدید، محدودیت ظرفیت حمل‌ونقل و امور لجستیک، افزایش امور حمل‌ونقل لجستیک (D Wu, Schaefer, et al., 2013) و البته تحقق روندهایی مانند تغییر سریع نیاز مشتری، نیاز به تخصص‌گرایی و هماهنگی بیشتر برای پاسخگویی به انتظارات مشتریان، توسعه سریع فناوری و تنوع بیشتر و چرخه عمر کوتاه‌تر محصولات دارد. در این راستا، بازیگران صنعت در جستجوی منابع رقابتی بیشتر بوده و در پی بازتعریف شایستگی‌های خاص و مرزهای شرکت‌ها هستند (Balci & Enrietti, 2002). به‌عنوان مثال، امروزه خودروسازان تمایل به کاهش سرمایه‌گذاری در دارایی‌های ثابت و متغیر و تمرکز بر فعالیت‌های اصلی و توانمندی‌های متمایز دارند (Camuffo & Volpato, 1999). صنایع با استفاده از برون‌سپاری، پیچیدگی را به تأمین‌کنندگان انتقال داده و احتمال خرابی محصول کاهش می‌یابد. طراحی و تولید ابری یکی از جدیدترین پارادایم‌های برون‌سپاری فعالیت‌های تولیدی در بستر اینترنت است که امروزه موجب بهبود و کارایی فرایندها می‌شود.

۳-۲ روش‌شناسی و نوع تحقیق

پژوهش حاضر با توجه به نوع آن و از نظر روش و چگونگی به دست آوردن داده‌های موردنیاز، تحقیق توصیفی و از نوع پیمایشی است. تحقیق پیمایشی، توصیفی از نگرش و رفتار جمعیتی بر اساس انتخاب نمونه‌ی تصادفی و معرف از آن‌ها به یکرشته سؤال است. پژوهشگران علوم اجتماعی می‌کوشند تا با استفاده از تحقیقات پیمایشی به تبیین پدیده‌ها پرداخته و صرفاً به توصیف بسنده

نکنند. این تحقیق با توجه به ماهیت موضوع و هدف آن از نوع کاربردی است. زیرا نتایج حاصل از آن در تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان نقش مهمی ایفا می‌کند. از منظر اعتبار علمی تحقیق حاضر از نوع ذهنی است زیرا روابط بین آن‌ها از طریق تحلیل‌های ذهنی و بدون استعانت از واقعیات تجربی کشف و تعریف می‌شوند.

در تحقیقات پیمایشی یک پرسشنامه خوب، پرسشنامه‌ای است که از ویژگی پایایی و روایی بالایی برخوردار باشد (Golafshani, 2003). مقصود از روایی این است که آیا ابزار موردنظر می‌تواند ویژگی و خصوصیتی که برای آن طراحی شده است را اندازه‌گیری کند یا خیر؟ به عبارت دیگر به این سؤال پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد خصیصه موردنظر را می‌سنجد (عباس زادگان، فتوت، ۱۳۸۴). منظور از پایایی یک ابزار اندازه‌گیری عمدتاً به دقت، اعتمادپذیری، ثبات یا تکرارپذیری نتایج آزمون اشاره دارد (سیف، ۱۳۷۵)

پرسشنامه‌های طراحی شده برحسب تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات از پایایی بالایی برخوردار بوده و ضمن برخورداری از سرعت و سادگی در طراحی از ضریب آلفای کرونباخ بالاتری در قیاس با سایر پرسشنامه‌ها برخوردار است. قابل ذکر است که روایی ظاهری با توجه به قضاوت خبرگان تعیین و از طرفی اصل اطلاعات تعیین‌کننده روایی محتوا و اصل استقلال متناسب با روایی سازه است (شیخ و مودی، ۱۳۹۳). تشخیص اعتبار محتوا اساساً موضوع داوری اساتید و افراد خبره است. از آنجاکه ابزار اندازه‌گیری پژوهش موجود به استحضار اساتید محترم راهنما و مدیران و خبرگان شرکت آلفا رسانده شده است از اعتبار محتوی لازم برخوردار است.

۳-۳ جامعه آماری

جامعه^{۶۰} عبارت است از گروه یا طبقه‌ای از افراد، اشیاء، متغیرها، مفاهیم یا پدیده‌ها که حداقل در یک ویژگی، مشترک باشند. در برخی موارد، کل اعضای جامعه، مورد مطالعه قرار می‌گیرند که به آن

⁶⁰ Population

سرشماری^{۶۱} گویند. باین حال، در بسیاری موارد، کمبود نیروی انسانی لازم، وقت و هزینه‌های مالی، اجازه‌ی مطالعه‌ی کل جامعه را نمی‌دهد. روش معمول در چنین مواردی این است که نمونه‌ای^{۶۲} از جامعه انتخاب شود. جامعه‌ی تحقیق پژوهش حاضر، مدیران و خبرگان شرکت لوازم خانگی آلفا است. پس از آن آن‌ها از طریق نمونه‌گیری هدفمند، تمام افراد خبره، شامل ۵ نفر از کارشناسان و مدیران گذشته و حاضر انتخاب و نظرات ایشان به‌وسیله‌ی مصاحبه و پرسشنامه نمره دهی به اهمیت شاخص‌ها برحسب روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی، پرسشنامه وزن دهی شاخص‌های فازی AHP و پرسشنامه‌ی تصمیم‌گیری رویکرد فازی تردیدی جمع‌آوری گردیده است.

۳-۴ نمونه آماری

نمونه، بخش کوچکی از جامعه است که معرف کل جامعه فرض می‌شود. نکته مهم در این تعریف، معرف^{۶۳} بودن است. نتایج نمونه‌ای را که معرف جامعه نباشد، نمی‌توان به جامعه تعمیم داد. از آنجاکه در این تحقیق همه‌ی افراد جامعه آماری در نمونه‌گیری هدفمند تمایل به همکاری و مصاحبه داشتند، لذا نمونه آماری با جامعه آماری برابر است و شامل ۵ نفر از مدیران و خبرگان شرکت تولیدی لوازم خانگی آلفا است.

۳-۵ روش‌ها و ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات

ابزار سنجش و اندازه‌گیری، وسایلی هستند که محقق به کمک آن‌ها می‌تواند متغیرها را اندازه‌گیری و اطلاعات موردنیاز را برای تجزیه و تحلیل و بررسی پدیده‌ی مورد مطالعه و نهایتاً کشف حقیقت گردآوری نماید. بنابراین باید به‌گونه‌ای طراحی و سازمان‌دهی شوند که بتوانند اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری و سنجش متغیرها را به نحو مطلوب جمع‌آوری نمایند. در تعریف ابزار اندازه‌گیری می‌توان گفت:

⁶¹ Census

⁶² Sample

⁶³ Representative

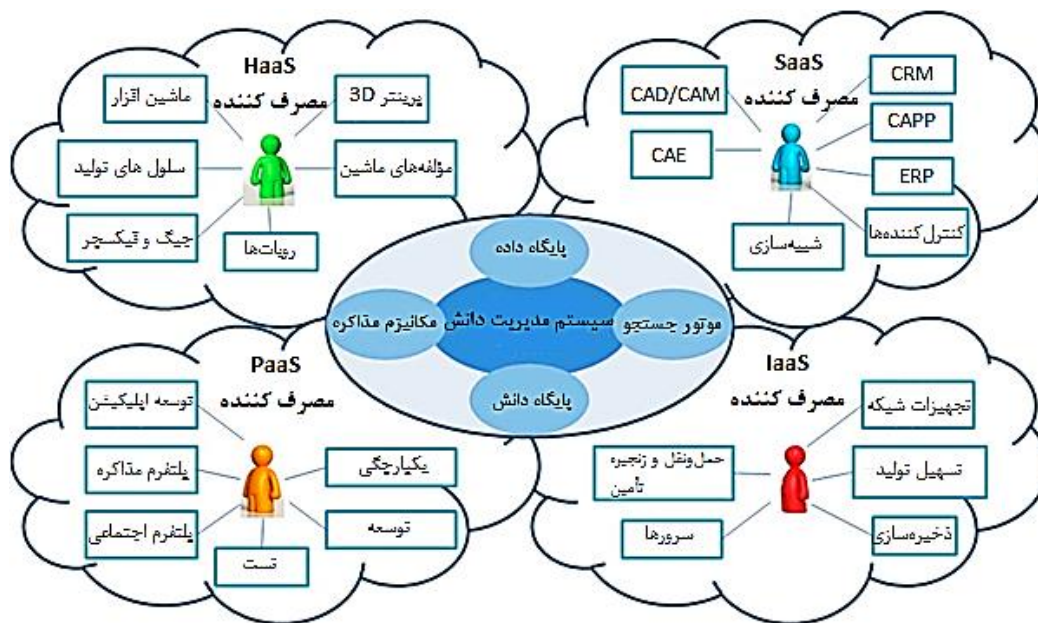
در علوم انسانی برخلاف علوم طبیعی کار اندازه‌گیری متغیرها و پدیده‌ها و موضوعات مورد مطالعه چندان راحت نیست و محققان سعی زیادی نموده‌اند تا شاید بتوانند راه‌حلهایی برای این مسئله بیابند و ابزارهایی را برای ثبت اطلاعات مربوط به پدیده مورد مطالعه و اندازه‌گیری آن ابداع نمایند. نمونه‌های ابزارهای سنجش و گردآوری اطلاعات عبارت‌اند از: سؤالات پرسشنامه، سؤالات کارت مصاحبه، شاخص‌های کارت مشاهده، نظرسنج، آزمون پیشرفت تحصیلی، آزمون استعداد، آزمون هوش، رغبت سنج، آزمون فرافکن است (حافظ نیا، ۱۳۸۹).

برای طراحی ساختار فرایندهای سیستم تولید ابری از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات استفاده شده است. برای گردآوری داده‌های موردنظر از جامعه‌ی تحقیق پیشرو، از ابزارهای مصاحبه، پرسشنامه نمره دهی به اهمیت شاخص‌ها برحسب روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی (برای انتخاب شاخص‌های مؤثر)، پرسشنامه فازی AHP (برای وزن دهی به شاخص‌ها)، پرسشنامه‌ی رویکرد فازی تردیدی (برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان)، اینترنت و منابع کتابخانه‌ای (شناسایی شاخص‌ها) استفاده شده است. اصلی‌ترین ابزار در این پژوهش، پرسشنامه‌ی فازی تردیدی است. فازی تردیدی از انواع روش‌های تصمیم‌گیری در محیط با اطلاعات مبهم است. در این تحقیق از نرم‌افزار گرس‌هاپر برای محاسبه خروجی حاصل از عمل‌گرهای فازی تردیدی استفاده می‌شود.

۳-۶ روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

۳-۶-۱ دیدگاهی کلی از سیستم ساخت و تولید ابری

علاوه بر مدل مرجع در شکل (۲-۴)، شکل (۳-۱) یک دیدگاه کلی از CBDM، خدمات (PaaS, IaaS)، SaaS و HaaS و یک سیستم مدیریت دانش ارائه می‌دهد (Dazhong Wu, 2014).



شکل (۱-۳) چهارچوب کلی سیستم CBDM

خدمات ارائه شده در هر مدل سرویس به صورت کلی به صورت ذیل شرح داده شده است:

۳-۱-۶-۱-۱ زیرساخت به عنوان سرویس (IaaS)

IaaS برای مشتریان با منابع رایانشی زیرساختی و پایه‌ای فراهم می‌شود. مانند ایجاد سرورها با کارایی بالا و ایجاد فضای ذخیره‌سازی. این خدمات بر اساس پرداخت به ازای هر بار استفاده ارائه می‌شود. مشتریان IaaS عموماً مهندسان و مدیران (که نیاز به دسترسی وسیع به منابع محاسباتی دارند) هستند.

۳-۱-۶-۲-۱ پلتفرم به عنوان یک سرویس (PaaS)

PaaS یک محیط و یک مجموعه از ابزارها (مانند یک پلتفرم اجتماعی مجازی و یک موتور جستجو برای راه‌حل طراحی و تولید) برای مشتریان و توسعه‌دهندگان اپلیکیشن به منظور یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها و قابلیت‌های موردنیاز آن‌ها فراهم می‌کند.

۳-۱-۶-۳-۱ سخت‌افزار به عنوان یک سرویس (HaaS)

HaaS خدمات به اشتراک‌گذاری سخت‌افزارها را ارائه می‌دهد. مانند ماشین‌افزارها، جیگ و فیکسچر و فرایندهای تولید. مصرف‌کنندگان قادر به اجاره سخت‌افزار از ارائه‌دهندگان بدون خرید آن‌ها هستند.

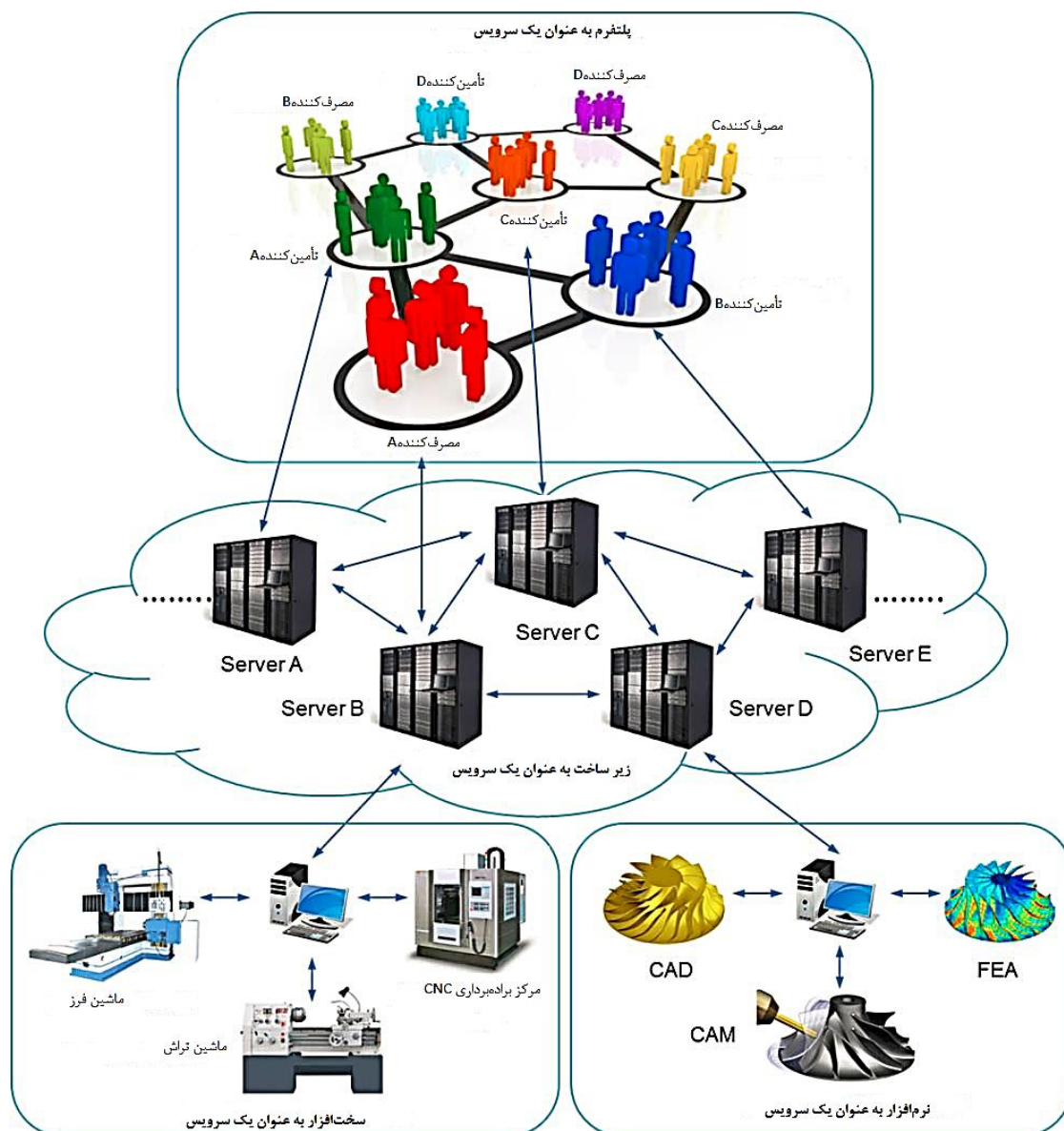
سرویس پرینت سه‌بعدی آنلاین The Cubify.com یک مثال خوب از این سرویس است که به مصرف‌کنندگان سرویس اجازه می‌دهد تا قسمت‌هایی را از طریق تلفن همراه با استفاده از سرویس پرینت سه‌بعدی آنلاین تولید کنند. مصرف‌کنندگان HaaS، معمولاً مهندسان یا کاربران نهایی که ممکن است خود از سخت‌افزارهای تولیدی استفاده کنند باشند.

۳-۶-۱ نرم‌افزار به‌عنوان یک سرویس (SaaS)

SaaS، اپلیکیشن‌های نرم‌افزاری مانند CAD/CAM، ابزارهای FEA و نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP) را به مصرف‌کنندگان ارائه می‌دهد. مصرف‌کنندگان قادر به نصب و اجرای نرم‌افزارهای مهندسی از طریق یک رابط مبتنی بر وب بدون خرید همه لایسنس نرم‌افزارهای هستند. مصرف‌کنندگان SaaS عموماً مدیران یا مهندسان که نیاز به اپلیکیشن‌های نرم‌افزاری دارند هستند.

۳-۶-۲ جریان اطلاعات در CBDM

به‌منظور بررسی دیدگاه کلی CBDM، شکل (۳-۲) نشان می‌دهد که چگونه سیستم‌های CBDM ممکن است از منظر جریان اطلاعات توسعه یابند (D Wu, Schaefer, et al., 2013).



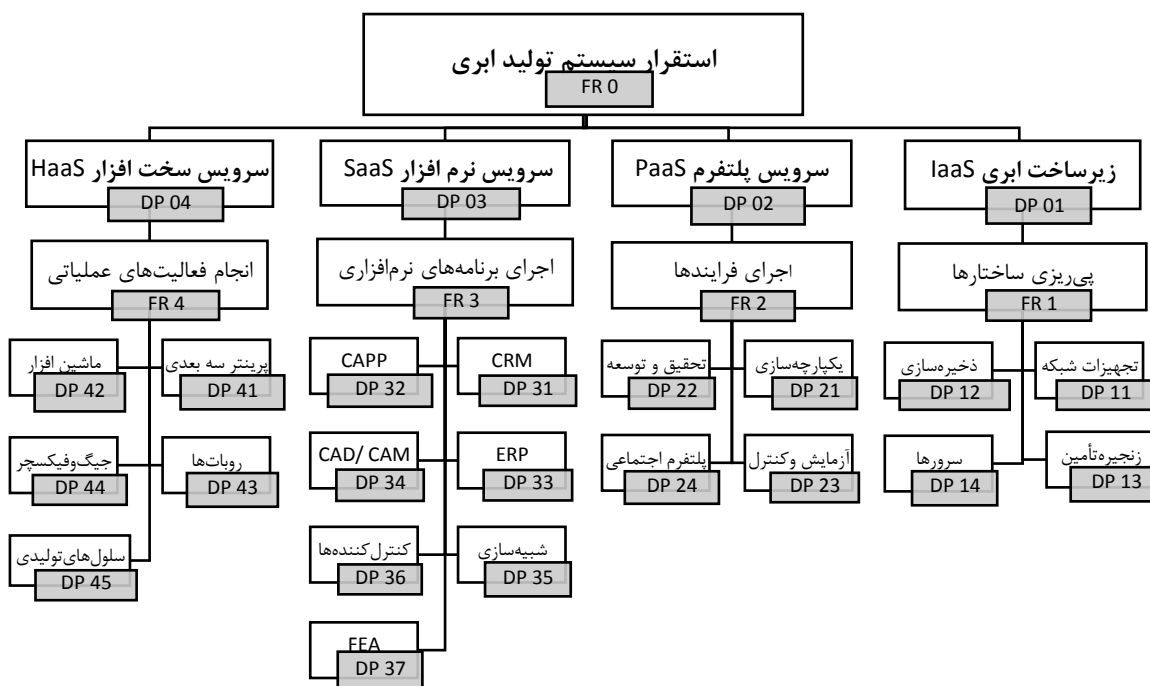
شکل (۲-۳) نحوه جریان اطلاعات در CBDM

۳-۶-۳ طراحی نظام مند سیستم تولید ابری با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات

۳-۶-۳-۱ عملیاتی کردن اصل استقلال

در شکل (۱-۳) و شکل (۲-۳) اجزای سیستم تولید ابری معرفی گردید. در این بخش با توجه به پارامترهای موجود، به طراحی جامع سیستم تولید ابری به کمک تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات پرداخته می‌شود. همان‌طور که در بخش ... اشاره شد طراحی به‌عنوان فرایند نگاشت بین FRها و DPها از طریق انتخاب DPهای مناسب که FRها برآورده شود، تعریف می‌شود. طبق شکل (۳-۳)

FRها و DPها به یک سلسله مراتب تجزیه می شوند تا طراحان، یک طراحی با جزئیات کامل به دست آورند. DP توسط FR مربوط به همان سطح و FRها در سطح بعد به واسطه مشخصات DP در سطح بالایی تعیین می شوند. این فرایند تجزیه، شکستن زیگزاگی نامیده می شود. این فرآیند برای سیستم های تولید ابری با مقیاس بزرگ و تأمین کنندگان بی شمار بسیار مفید است.



شکل (۳-۳) استقرار سیستم تولید ابری با اصل استقلال طراحی مبتنی بر بدیهیات

شکل سیستمی طراحی شده بر مبنای اصل استقلال تکنیک مبتنی بر بدیهیات نشان دهنده این است که در سطح صفر هدف استقرار سیستم تولید ابری (FR0) است. این امر منوط به استقرار زیرساخت ابری (DP01)، سرویس پلتفرم (DP02)، سرویس نرم افزار (DP03) و سرویس سخت افزار (DP04) است. استقرار هر یک از چهار سرویس مذکور با هدف خاصی در استقرار سیستم یکپارچه تولیدی انجام می شود. استقرار زیرساخت ابری با هدف ایجاد و پی ریزی ساختارهای سازمان (FR1)، استقرار سرویس پلتفرم با هدف انجام فرایندهای مورد نیاز شرکت (FR2)، استقرار سرویس نرم افزاری با هدف اجرای برنامه ها و اپلیکیشن های نرم افزاری (FR3) و استقرار سرویس سخت افزاری با هدف انجام

فعالیت‌های عملیاتی (FR4) ایجاد می‌شود. به همین ترتیب، در سایر سطوح طبق شکل (۳-۳)، بر اساس شکستن زیگزاگی این اصول رعایت شده است.

رابطه ۱-۳ اصل استقلال را برای سطح دوم روابط FR و DP نشان می‌دهد.

$$\begin{matrix} FR1 \\ FR2 \\ FR3 \\ FR4 \end{matrix} = \begin{bmatrix} X & X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X & X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X & X & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & X & X \end{bmatrix} \begin{matrix} DP11 \\ DP12 \\ DP21 \\ DP22 \\ DP31 \\ DP32 \\ DP41 \\ DP42 \end{matrix} \quad \text{رابطه (۱-۳)}$$

طبق رابطه ۱-۳، مثلاً با بهبود به‌کارگیری تجهیزات شبکه‌ای (DP11) یا سروورها (DP14)، تنها زیرساخت ابری (FR1) بهبود می‌یابد و این بهبود تأثیری بر سرویس پلتفرم (FR2)، سرویس نرم‌افزاری (FR3) و سرویس سخت‌افزاری (FR4) ندارد.

۳-۶-۳-۲ عملیاتی کردن اصل اطلاعات

بر اساس اصل اطلاعات، بهترین طرح یک طرح مستقل است که حداقل اطلاعات را در بردارد. یا به عبارتی در تعیین پارامترهای طراحی از ابزارهایی استفاده می‌شود که احتمال دستیابی به اهداف را حداکثر نماید. دانشمندان برای اجرای اصل اطلاعات از تکنیک‌های مختلفی استفاده می‌کنند. شانون اولین فردی بود که آنتروپی را به‌عنوان یک پارامتر اندازه‌گیری محتوی اطلاعات معرفی نموده است. ویلسون نیز محتوی اطلاعات را به‌صورت معکوس لگاریتم ارضای یک تلورانس بیان داشت. به‌کارگیری تکنیک آنتروپی در عمل مشکل و تعیین عددی آن برای اکثر استفاده‌کنندگان غیرملموس و ناممکن است.

به‌منظور سنجش اصل اطلاعات می‌توان از تکنیک‌های چند معیار فازی می‌توان استفاده نمود. این تکنیک‌ها درجه اثربخشی هر پارامتر طراحی بر تابع عملکردی را به‌صورت عددی بین صفر و یک

اندازه‌گیری می‌کند. بعد از سنجش درجه اثربخشی، پارامتر و ابزار طراحی انتخاب می‌شود که بیشترین اثر را بر روی تابع هدف داشته و احتمال دستیابی به آن را حداکثر می‌نماید.

۳-۶-۴ به‌کارگیری فازی تردیدی به‌منظور ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان

یکی از کارکردهای اصلی استقرار سیستم‌های تولید ابری، برون‌سپاری خدمات موردنیاز شرکت‌ها از طریق سرویس‌های ابری (IaaS, PaaS, SaaS, HaaS) است. لذا از مهم‌ترین چالش‌ها و مسائل در هر سیستم برون‌سپاری، انتخاب تأمین‌کنندگان در هر بخش تولیدی است. با فرض در نظر گرفتن صدها و حتی هزاران تأمین‌کننده خدمات در سطح جهان، اتخاذ رویکردی علمی در انتخاب و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان امری ضروری است. علاوه بر تعدد تأمین‌کنندگان، وجود محیط عدم اطمینان با اطلاعات مبهم به‌منظور بررسی صلاحیت تأمین‌کنندگان و همچنین وجود کارشناسان و خبرگان با نظرات کارشناسی گوناگون در تصمیم‌گیری و قضاوت منحصربه‌فرد آنان در مورد تأمین‌کنندگان برحسب معیارهای مختلف، همگی سبب شده است که برای تصمیم‌گیری از رویکردی متفاوت با رویکردهای بکار گرفته‌شده در مطالعات داخلی استفاده شود. بدین ترتیب در این تحقیق از رویکرد جدیدی به نام فازی تردیدی که برای اولین بار در سال ۲۰۱۰ توسط تورا معرفی گردید به‌منظور پاسخگویی به موارد فوق استفاده شده است.

گام اول: شناسایی تأمین‌کنندگان قطعات و مواد اولیه

در این مرحله با مراجعه به منابع اینترنتی، اطلاعات مشاغل و سازمان‌ها و ... لیست جامعی از کلیه تأمین‌کنندگان مرتبط با تولید کالا و قطعه موردنیاز تهیه و تدوین می‌شود.

گام دوم: استخراج کلیه شاخص‌های اثرگذار در انتخاب تأمین‌کنندگان

پس از شناسایی کلیه تأمین‌کنندگان بایستی شاخص‌های تأثیرگذار در ارزیابی آن‌ها تعیین شود. برای تعیین شاخص‌های انتخاب تأمین‌کنندگان از منابع کتابخانه‌ای، جستجوی اینترنتی و مصاحبه با خبرگان سازمان استفاده می‌شود.

گام سوم: انتخاب مهم‌ترین شاخص‌ها با توزیع پرسشنامه فازی

پس از شناسایی کلیه شاخص‌ها در انتخاب تأمین‌کنندگان از طریق منابع کتابخانه‌ای و جستجوی مقالات، اینک شاخص‌ها بایستی توسط خبرگان و مدیران سازمان از نظر میزان اهمیت نمره دهی شوند. این نمرات از طریق روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی حاصل می‌شود:

۳-۶-۴-۱ بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی

یکی از روش‌های امتیازدهی معیارها استفاده از رویکرد مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی است. این روش به‌عنوان اصلاحی به رویکرد رتبه‌بندی فازی پیشین توسط چن و هاوانگ^{۶۴} ارائه شد (S. Chen & Hwang, 1992). تابع فازی نمره اختصاص داده شده به متغیرهای کلامی همانند M به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\mu_{max}(x) = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad \text{رابطه (۲-۳)}$$

$$\mu_{min}(x) = \begin{cases} 1-x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad \text{رابطه (۳-۳)}$$

حداکثر و حداقل اعداد فازی به شیوه‌ای تعریف می‌شود که مکان مطلق اعداد فازی به‌طور خودکار در موارد مقایسه‌ای بین فاصله گنجانده شود. مقدار عددی سمت چپ هر عدد فازی M_i به‌صورت زیر برآورد می‌شود:

$$\mu_L(M_i) = \text{Sup}_X [\mu_{min}(x) \wedge \mu_{M_i}(x)] \quad \text{رابطه (۴-۳)}$$

$\mu_L(M_i)$ عددی منحصر به فرد و واقعی بین بازه $(0,1)$ است که ماکزیمم مقدار محل تقاطع عدد فازی

$$\mu_R(M_i) = \text{Sup}_X [\mu_{max}(x) \wedge \mu_{M_i}(x)] \quad \text{رابطه (۵-۳)}$$

M_i و عدد فازی کمینه است. به‌طور مشابه مقدار عددی سمت راست به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

⁶⁴ Cheng, Hwang,

$\mu_R(M_i)$ نیز، عددی منحصر به فرد و واقعی بین بازه (0,1) است. با در اختیار داشتن مقدار سمت

چپ و سمت راست هر عدد فازی M_i مقدار زیر مفروض است:

$$\mu_T(M_i) = \frac{\mu_R(M_i) + 1 - \mu_L(M_i)}{2} \quad \text{رابطه (۶-۳)}$$

$$\begin{aligned} \mu_L(M_i) &= \text{Sup}_X [\mu_{\min}(x) \wedge \mu_{M_1}(x)] \\ &= 0.0909 \end{aligned} \quad \text{رابطه (۷-۳)}$$

$$\mu_R(M_i) = \text{Sup}_X [\mu_{\max}(x) \wedge \mu_{M_1}(x)] = 1 \quad \text{رابطه (۸-۳)}$$

$$\begin{aligned} \mu_T(M_i) &= \frac{\mu_R(M_i) + 1 - \mu_L(M_i)}{2} \\ &= 0.0455 \end{aligned} \quad \text{رابطه (۹-۳)}$$

این مقادیر برای عدد فازی M_1 به شرح زیر است:

در جدول (۱-۳) نحوه تبدیل مقیاس ۱۱ نقطه‌ای اصطلاحات زبانی به اعداد قطعی، توابع تخصیص

داده شده و همچنین مقادیر محاسبه شده‌ی سمت چپ و راست هر عدد فازی نشان داده می‌شود.

جدول (۱-۳) تبدیل مقیاس ۱۱ نقطه‌ای اصطلاحات زبانی به اعداد قطعی

اندازه کمی مقادیر منتخب	اعداد فازی	اختصاص اعداد قطعی $\mu_T(M_i)$	توابع تخصیص داده شده به اعداد فازی	$\mu_L(M_i)$	$\mu_R(M_i)$
فوق العاده کم	M_1	۰/۰۴۵۵	$M_1(x) = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ (0.1 - x)/0.1, & 0 \leq x \leq 0.1 \end{cases}$	۱/۰۰۰۰	۰/۰۹۰۹
به شدت کم	M_2	۰/۱۳۶۴	$M_2(x) = \begin{cases} (x - 0)/0.1, & 0 \leq x \leq 0.1 \\ (0.2 - x)/0.1, & 0.1 \leq x \leq 0.2 \end{cases}$	۰/۹۰۹۱	۰/۱۸۱۸
خیلی کم	M_3	۰/۲۲۷۳	$M_3(x) = \begin{cases} (x - 0.1)/0.1, & 0.1 \leq x \leq 0.2 \\ (0.3 - x)/0.1, & 0.2 \leq x \leq 0.3 \end{cases}$	۰/۸۱۸۲	۰/۲۷۲۷
کم	M_4	۰/۳۱۸۲	$M_4(x) = \begin{cases} (x - 0.2)/0.1, & 0.2 \leq x \leq 0.3 \\ (0.4 - x)/0.1, & 0.3 \leq x \leq 0.4 \end{cases}$	۰/۷۲۷۳	۰/۳۶۳۶
زیر متوسط	M_5	۰/۴۰۹۱	$M_5(x) = \begin{cases} (x - 0.3)/0.1, & 0.3 \leq x \leq 0.4 \\ (0.5 - x)/0.1, & 0.4 \leq x \leq 0.5 \end{cases}$	۰/۶۳۶۴	۰/۴۵۴۵
متوسط	M_6	۰/۵۰۰۰	$M_6(x) = \begin{cases} (x - 0.4)/0.1, & 0.4 \leq x \leq 0.5 \\ (0.6 - x)/0.1, & 0.5 \leq x \leq 0.6 \end{cases}$	۰/۵۴۵۵	۰/۵۴۵۵
بالای متوسط	M_7	۰/۵۹۰۹	$M_7(x) = \begin{cases} (x - 0.5)/0.1, & 0.5 \leq x \leq 0.6 \\ (0.7 - x)/0.1, & 0.6 \leq x \leq 0.7 \end{cases}$	۰/۴۵۴۵	۰/۶۳۶۴
زیاد	M_8	۰/۶۸۱۸	$M_8(x) = \begin{cases} (x - 0.6)/0.1, & 0.6 \leq x \leq 0.7 \\ (0.8 - x)/0.1, & 0.7 \leq x \leq 0.8 \end{cases}$	۰/۳۶۳۶	۰/۷۲۷۳
خیلی زیاد	M_9	۰/۷۷۲۷	$M_9(x) = \begin{cases} (x - 0.7)/0.1, & 0.7 \leq x \leq 0.8 \\ (0.9 - x)/0.1, & 0.8 \leq x \leq 0.9 \end{cases}$	۰/۲۷۲۷	۰/۸۱۸۲
به شدت زیاد	M_{10}	۰/۸۶۳۶	$M_{10}(x) = \begin{cases} (x - 0.8)/0.1, & 0.8 \leq x \leq 0.9 \\ (1 - x)/0.1, & 0.9 \leq x \leq 1 \end{cases}$	۰/۱۸۱۸	۰/۹۰۹۱
فوق العاده زیاد	M_{11}	۰/۹۵۴۵	$M_{11}(x) = \begin{cases} (x - 0.9)/0.1, & 0.9 \leq x \leq 1 \\ 1, & x = 1 \end{cases}$	۰/۰۹۰۹	۱/۰۰۰۰

پس از نمره دهی به شاخص‌ها، مجموع نمرات که از نظرات خبرگان حاصل شده است به ازای هر شاخص محاسبه گردیده و مهم‌ترین شاخص‌ها شناسایی می‌شوند.

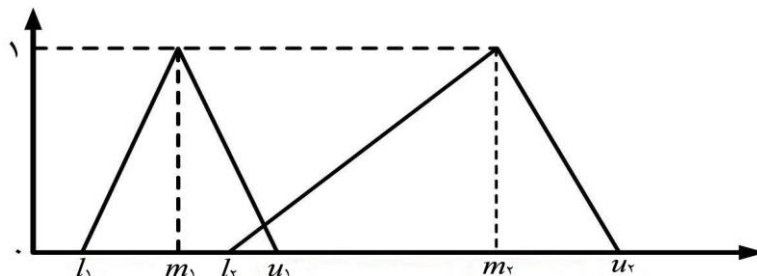
گام چهارم: وزن دهی شاخص‌ها با روش AHP فازی

با توجه به شاخص‌های منتخب استخراج‌شده در گام سوم، در این مرحله بایستی وزن و اهمیت هرکدام از آن‌ها تعیین شوند که این وزن دهی از طریق تکنیک AHP فازی انجام می‌شود.

مفاهیم و تعاریف فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، بر اساس روش تحلیل توسعه‌ای، به صورت زیر هستند:

دو عدد مثلثی $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ را که در شکل ۳-۴ رسم شده‌اند، در نظر

بگیرید.



شکل (۳-۴). اعداد مثلثی M_2 و M_1

عملگرهای ریاضی آن به صورت روابط (۳-۱۰)، (۳-۱۱) و (۳-۱۲) تعریف می‌شوند:

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad \text{رابطه (۳-۱۰)}$$

$$M_1 * M_2 = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2) \quad \text{رابطه (۳-۱۱)}$$

$$M_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right), \quad M_2^{-1} = \left(\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2} \right) \quad \text{رابطه (۳-۱۲)}$$

باید توجه داشت که حاصل ضرب دو عدد فازی مثلثی، یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر یک عدد فازی مثلثی نیست. این روابط، فقط تقریبی از حاصل ضرب واقعی دو عدد فازی مثلثی و معکوس یک عدد فازی مثلثی را بیان می‌کنند. در روش تحلیل توسعه‌ای، برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، مقدار S_k که خود یک عدد مثلثی است، از راه رابطه (۳-۱۳) محاسبه می‌شود.

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} * \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} \quad \text{رابطه (۳-۱۳)}$$

که در آن k بیانگر شماره سطر و i و j ، به ترتیب، نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند. در روش تحلیل توسعه‌ای، پس از محاسبه S_k ها، درجه بزرگی آن‌ها نسبت به هم را باید به دست آورد. به‌طورکلی، اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 بر M_2 ، که با $V(M_1 \geq M_2)$ نشان داده می‌شود، به‌صورت رابطه (۱۴-۳) تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 & \text{if } m_1 \geq m_2 \\ V(M_1 \geq M_2) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{رابطه (۱۴-۳)}$$

همچنین داریم:

$$\text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)}$$

میزان بزرگ‌تر بودن یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه (۱۵-۳) به دست می‌آید:

$$V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = V(M_1 \geq M_2), \dots, V(M_1 \geq M_k) \quad \text{رابطه (۱۵-۳)}$$

برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسه زوجی از رابطه (۱۶-۳) استفاده می‌شود:

$$W'(x_i) = \text{Min}\{V(S_i \geq S_k)\}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad k \neq i \quad \text{رابطه (۱۶-۳)}$$

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها به‌صورت زیر خواهد بود:

$$W'(x_i) = [W'(c_1), W'(c_2), \dots, W'(c_n)]^T \quad \text{رابطه (۱۷-۳)}$$

که همان بردار ضرایب نابهنجار فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی است.

به کمک رابطه (۱۸-۳)، نتایج نابهنجار به‌دست‌آمده از رابطه (۱۷-۳) بهنجار می‌شود. نتایج بهنجار شده حاصل از رابطه (۱۸-۳) W نامیده می‌شود.

$$W_i = \frac{w'_i}{\sum w'_i} \quad \text{رابطه (۱۸-۳)}$$

گام پنجم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و ارزیابی تأمین‌کنندگان

فرض شود m گزینه $Y_i (i = 1, 2, \dots, m)$ و n شاخص $G_j (j = 1, 2, \dots, n)$ با بردار وزنی $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ وجود داشته باشند. اگر تصمیم‌گیرندگان به‌صورت مستقل برای هر گزینه Y از نظر شاخص G چند مقدار یا ارزش تعیین نمایند آنگاه این مقادیر به‌عنوان فازی تردیدی شناخته می‌شود. در صورتی که دو تصمیم‌گیرنده مقادیر یکسانی تعیین نمایند لازم است تنها یک‌بار این مقادیر

ذکر شوند. تصمیم‌گیرندگان ارزیابی خود را درباره گزینه Y_i تحت شاخص G_j ارائه می‌دهند. که این ارزیابی توسط اجزاء فازی تردیدی به صورت $h_{ij}(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$ مشخص می‌شود.

گام ششم: به کارگیری یکی از عمل‌گراهای فازی تردیدی

در این مرحله بایستی یکی از عمل‌گراهای فازی تردیدی به منظور به دست آوردن اجزای فازی تردیدی $h_i(i = 1, 2, \dots, m)$ برای گزینه‌های $Y_i(i = 1, 2, \dots, m)$ بکار گرفته شوند. به‌طور عمل‌گراهای فازی به صورت ذیل می‌باشند:

۳-۶-۲-۴-۲ تجمع عملگرها برای فازی تردیدی

در این بخش به معرفی برخی از مهم‌ترین عملگرهای فازی تردیدی پرداخته می‌شود:

اگر $h_j(j = 1, 2, \dots, n)$ مجموعه‌ای از HFES باشند، عملگر میانگین وزنی فازی تردیدی عبارت است از:

$$\text{HFWA}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigoplus_{j=1}^n (w_j h_j) = \cup_{\gamma_1 \in h_1, \gamma_2 \in h_2, \dots, \gamma_n \in h_n} \left\{ 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \gamma_j)^{w_j} \right\}, \quad \text{رابطه (۱۹-۳)}$$

به‌طوری‌که $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ وزن بردار $h_j(j = 1, 2, \dots, n)$ با شرایط $w_j \in [0, 1]$ و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ است. مخصوصاً اگر $w = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$ آنگاه عمل‌گرای HFWA به عملگر میانگین فازی تردیدی (HFA) کاهش می‌یابد.

$$\text{HFA}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigoplus_{j=1}^n \left(\frac{1}{n} h_j \right) = \cup_{\gamma_1 \in h_1, \gamma_2 \in h_2, \dots, \gamma_n \in h_n} \left\{ 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \gamma_j)^{1/n} \right\}. \quad \text{رابطه (۲۰-۳)}$$

همچنین طبق فرضیات بالا می‌توان عملگر فازی تردیدی وزنی هندسی (HFWG) را به صورت زیر تعریف نمود:

$$\text{HFWG}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigotimes_{j=1}^n h_j^{w_j} = \cup_{\gamma_1 \in h_1, \gamma_2 \in h_2, \dots, \gamma_n \in h_n} \left\{ \prod_{j=1}^n \gamma_j^{w_j} \right\}, \quad \text{رابطه (۲۱-۳)}$$

در مواقعی که $w = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$ آنگاه عملگر HFWA کاهش می‌یابد به عملگر فازی

تردیدی هندسی (HFG)

$$\text{HFG}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigotimes_{j=1}^n h_j^{1/n} = \cup_{\gamma_1 \in h_1, \gamma_2 \in h_2, \dots, \gamma_n \in h_n} \left\{ \prod_{j=1}^n \gamma_j^{1/n} \right\}. \quad \text{رابطه (۲۲-۳)}$$

اگر فرض شود $h_j (j = 1, 2, \dots, n)$ مجموعه مقادیر فازی تردیدی باشند آنگاه:

$$\text{HFWG}(h_1, h_2, \dots, h_n) \leq \text{HFWA}(h_1, h_2, \dots, h_n). \quad \text{رابطه (۲۳-۳)}$$

اگر فرض شود $h_j (j = 1, 2, \dots, n)$ مجموعه مقادیر فازی تردیدی باشند آنگاه عملگر میانگین فازی

تردیدی تعمیم‌یافته GHFWA از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$\text{GHFWA}_\lambda(h_1, h_2, \dots, h_n) = \left(\bigoplus_{j=1}^n (w_j h_j^\lambda) \right)^{1/\lambda} = \cup_{\gamma_1 \in h_1, \gamma_2 \in h_2, \dots, \gamma_n \in h_n} \left\{ \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - \gamma_j^{w_j}) \right)^{1/\lambda} \right\}, \quad \text{رابطه (۲۴-۳)}$$

اگر فرض شود $h_j (j = 1, 2, \dots, n)$ مجموعه مقادیر فازی تردیدی باشند آنگاه:

$$\text{HFWG}(h_1, h_2, \dots, h_n) \leq \text{GHFWA}_\lambda(h_1, h_2, \dots, h_n). \quad \text{رابطه (۲۵-۳)}$$

اگر فرض شود $h_j (j = 1, 2, \dots, n)$ یک مجموعه مقادیر فازی تردیدی با وزن بردار $w =$

$(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ باشند و $w_j \in [0, 1]$ و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ و $\lambda > 0$ باشند آنگاه:

$$(1) \bigoplus_{j=1}^n w_j h_j^c = \left(\bigotimes_{j=1}^n h_j^{w_j} \right)^c; \quad \text{رابطه (۲۶-۳)}$$

$$(2) \bigotimes_{j=1}^n (h_j^c)^{w_j} = \left(\bigoplus_{j=1}^n w_j h_j \right)^c;$$

$$(3) \left(\bigoplus_{j=1}^n w_j (h_j^c)^\lambda \right)^{1/\lambda} = \left(\frac{1}{\lambda} \left(\bigotimes_{j=1}^n (\lambda h_j)^{w_j} \right) \right)^c;$$

$$(4) \frac{1}{\lambda} \left(\bigotimes_{j=1}^n (\lambda h_j^c)^{w_j} \right) = \left(\left(\bigoplus_{j=1}^n (w_j h_j^\lambda) \right)^{1/\lambda} \right)^c.$$

اگر فرض شود $h_j (j = 1, 2, \dots, n)$ یک مجموعه مقادیر فازی تردیدی با وزن بردار $w =$

$(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ باشند و $w_j \in [0, 1]$ و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ و $\lambda > 0$ باشند آنگاه:

$$(1) A_{env} \left(\oplus_{j=1}^n w_j h_j \right) = \oplus_{j=1}^n (w_j A_{env}(h_j)); \quad \text{رابطه (۲۷-۳)}$$

$$(2) A_{env} \left(\otimes_{j=1}^n w_j h_j \right) = \otimes_{j=1}^n (w_j A_{env}(h_j));$$

$$(3) A_{env} \left(\left(\oplus_{j=1}^n w_j (h_j)^\lambda \right)^{1/\lambda} \right) = \left(\oplus_{j=1}^n w_j (A_{env}(h_j))^\lambda \right)^{1/\lambda};$$

$$(4) A_{env} \left(\frac{1}{\lambda} \left(\otimes_{j=1}^n (\lambda h_j)^{w_j} \right) \right) = \frac{1}{\lambda} \left(\otimes_{j=1}^n (\lambda A_{env}(h_j))^{w_j} \right).$$

اگر فرض شود $h_j (j = 1, 2, \dots, n)$ مجموعه مقادیر فازی تردیدی باشند و $h_{\sigma(j)}$ بزرگ‌ترین مقدار آنها و $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ بردار تجمعی وابسته با شرایط $w_j \in [0, 1]$ و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ باشد آنگاه:

(۱) عملگر میانگین وزین منظم فازی تردیدی (HFOWA)

$$\text{HFOWA}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigoplus_{j=1}^n (\omega_j h_{\sigma(j)}) = \bigcup_{\gamma_{\sigma(1)} \in h_{\sigma(1)}, \gamma_{\sigma(2)} \in h_{\sigma(2)}, \dots, \gamma_{\sigma(n)} \in h_{\sigma(n)}} \left\{ 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \gamma_{\sigma(j)})^{\omega_j} \right\}. \quad \text{رابطه (۲۸-۳)}$$

(۲) عملگر هندسی وزین منظم فازی تردیدی (HFOWG)

$$\text{HFOWG}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigotimes_{j=1}^n h_{\sigma(j)}^{\omega_j} = \bigcup_{\gamma_{\sigma(1)} \in h_{\sigma(1)}, \gamma_{\sigma(2)} \in h_{\sigma(2)}, \dots, \gamma_{\sigma(n)} \in h_{\sigma(n)}} \left\{ \prod_{j=1}^n \gamma_{\sigma(j)}^{\omega_j} \right\}. \quad \text{رابطه (۲۹-۳)}$$

(۳) عملگر میانگین وزین منظم فازی تردیدی تعمیم‌یافته (GHFOWA)

$$\text{GHFOWA}_\lambda(h_1, h_2, \dots, h_n) = \left(\bigoplus_{j=1}^n (\omega_j h_{\sigma(j)}^\lambda) \right)^{1/\lambda} = \bigcup_{\gamma_{\sigma(1)} \in h_{\sigma(1)}, \gamma_{\sigma(2)} \in h_{\sigma(2)}, \dots, \gamma_{\sigma(n)} \in h_{\sigma(n)}} \left\{ \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - \gamma_{\sigma(j)}^\lambda)^{\omega_j} \right)^{1/\lambda} \right\} \quad \text{رابطه (۳۰-۳)}$$

(۴) عملگر هندسی وزین منظم فازی تردیدی تعمیم‌یافته (GHFOWG)

$$\text{GHFOWG}_\lambda(h_1, h_2, \dots, h_n) = \frac{1}{\lambda} \left(\bigotimes_{j=1}^n (\lambda h_{\sigma(j)})^{\omega_j} \right) = \bigcup_{\gamma_{\sigma(1)} \in h_{\sigma(1)}, \gamma_{\sigma(2)} \in h_{\sigma(2)}, \dots, \gamma_{\sigma(n)} \in h_{\sigma(n)}} \left\{ 1 - \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - (1 - \gamma_{\sigma(j)}^\lambda)^{\omega_j}) \right)^{1/\lambda} \right\}$$

رابطه (۳۱-۳)

نکته: در مواقعی که $w = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$ عملگر HFOWA تبدیل به عملگر HFA و عملگر HFOWG تبدیل به عملگر HFG می‌گردد.

در مواقعی که $\lambda = 1$ عملگر GHFOWA تبدیل به عملگر HFOWA و عملگر GHFOWG تبدیل به عملگر HFOWG می‌گردد.

عملگرهای HFOWG, GHFOWG, GHFOWA توسعه یافته‌اند بر اساس عملگر OWA. ویژگی اصلی عملگر OWA مرتب‌سازی مجدد مراحل است.

تعریف ۱۲: اگر فرض کنیم $h_j (j = 1, 2, \dots, n)$ یک مجموعه مقادیر فازی تردیدی با وزن بردار $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ باشند و $w_j \in [0, 1]$ و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ باشد، n ضریب تعادل است که نقش تراز کنندگی را ایفا می‌کند. بنابر این عمل‌گراهای تجمعی با وزن بردار $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ در شرایطی که $w_j \in [0, 1]$ و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ باشد به صورت زیر تعریف می‌شود.

(۱) عملگر میانگین مرکب فازی تردیدی (HFHA)

$$\text{HFHA}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigoplus_{j=1}^n (\omega_j \dot{h}_{\sigma(j)}) = \bigcup_{\dot{\gamma}_{\sigma(1)} \in \dot{h}_{\sigma(1)}, \dot{\gamma}_{\sigma(2)} \in \dot{h}_{\sigma(2)}, \dots, \dot{\gamma}_{\sigma(n)} \in \dot{h}_{\sigma(n)}} \left\{ 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \dot{\gamma}_{\sigma(j)})^{\omega_j} \right\}, \quad \text{رابطه (۳۲-۳)}$$

به طوری که $h_{\sigma(j)}$ بیانگر j امین از بزرگ‌ترین مقدار رابطه $h_k (k = 1, 2, \dots, n)$ است.

(۲) عملگر هندسی ترکیبی فازی تردیدی (HFHG)

$$\text{HFHG}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigotimes_{j=1}^n \dot{h}_{\sigma(j)}^{\omega_j} = \bigcup_{\dot{\gamma}_{\sigma(1)} \in \dot{h}_{\sigma(1)}, \dot{\gamma}_{\sigma(2)} \in \dot{h}_{\sigma(2)}, \dots, \dot{\gamma}_{\sigma(n)} \in \dot{h}_{\sigma(n)}} \left\{ \prod_{j=1}^n \dot{\gamma}_{\sigma(j)}^{\omega_j} \right\}, \quad \text{رابطه (۳۳-۳)}$$

به طوری که $h_{\sigma(j)}$ بیانگر j امین از بزرگ‌ترین مقدار رابطه $h_k (k = 1, 2, \dots, n)$ است.

(۳) عملگر میانگین ترکیبی فازی تردیدی تعمیم یافته (GHFHA)

$$\text{GHFHA}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \left(\bigoplus_{j=1}^n (\omega_j \dot{h}_{\sigma(j)}) \right)^{1/\lambda} = \bigcup_{\dot{\gamma}_{\sigma(1)} \in \dot{h}_{\sigma(1)}, \dot{\gamma}_{\sigma(2)} \in \dot{h}_{\sigma(2)}, \dots, \dot{\gamma}_{\sigma(n)} \in \dot{h}_{\sigma(n)}} \left\{ \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - \dot{\gamma}_{\sigma(j)}^\lambda)^{\omega_j} \right)^{1/\lambda} \right\},$$

رابطه (۳۴-۳)

به طوری که $\lambda > 0$ و $h_{\sigma(j)}$ بیانگر j امین از بزرگ ترین مقدار رابطه $h = nw_k h_k (k = 1, 2, \dots, n)$ است.

(۴) عملگر هندسی ترکیبی فازی تردیدی تعمیم یافته (GHFHG)

$$\text{GHFHG}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \frac{1}{\lambda} \left(\bigotimes_{j=1}^n (\lambda \tilde{h}_{\sigma(j)})^{\omega_j} \right) = \cup_{\tilde{\gamma}_{\sigma(1)} \in \tilde{h}_{\sigma(1)}, \tilde{\gamma}_{\sigma(2)} \in \tilde{h}_{\sigma(2)}, \dots, \tilde{\gamma}_{\sigma(n)} \in \tilde{h}_{\sigma(n)}} \left\{ 1 - \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - (1 - \tilde{\gamma}_{\sigma(j)})^\lambda)^{\omega_j} \right)^{1/\lambda} \right\},$$

رابطه (۳-۳۵)

به طوری که $\lambda > 0$ و $h_{\sigma(j)}$ بیانگر j امین از بزرگ ترین مقدار رابطه $\ddot{h}_k = h_k^{nw_k} (k = 1, 2, \dots, n)$ است.

نکته: اگر $w = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$ باشد آنگاه عملگر HFHA تبدیل به عملگر HFOWA، عملگر HFHG تبدیل به عملگر HFOWG، عملگر GHFHA تبدیل به عملگر GHFOHA و عملگر GHFHG تبدیل به عملگر GHFOHG می گردد.

اگر $\lambda = 1$ آنگاه عملگر GHFHA تبدیل به عملگر HFHA و عملگر GHFHG تبدیل به عملگر HFHG می گردد. یعنی:

$$h_i = \text{GHFWA}_\lambda(h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{in}) = \left(\bigoplus_{j=1}^n (w_j h_{ij}^\lambda) \right)^{1/\lambda} = \cup_{\gamma_{i1} \in h_{i1}, \gamma_{i2} \in h_{i2}, \dots, \gamma_{in} \in h_{in}} \left\{ \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - \gamma_{ij}^\lambda)^{w_j} \right)^{1/\lambda} \right\}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

رابطه (۳-۳۶)

گام هفتم: محاسبه ارزش امتیازات هر تأمین کننده

محاسبه ارزش امتیازات $s(h_i) (i = 1, 2, \dots, m)$ از $h_i (i = 1, 2, \dots, m)$ به طوری که برای یک HFE، امتیاز h به صورت رابطه (۳-۳۷) تعریف می شود:

$$S(h) = \frac{1}{l_h} \sum_{\gamma \in h} \gamma \quad \text{رابطه (۳-۳۷)}$$

به طوری که l_h تعداد اجزاء h است.

در این مرحله با توجه به حجم بسیار زیاد داده‌ها و اعداد خروجی حاصل از عمل‌گراها، روابط عمل‌گرای منتخب در نرم‌افزار گرس‌هاپر کدنویسی می‌شود.

گام هشتم: رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان

پس از محاسبه ارزش امتیازات، تأمین‌کنندگانی برحسب بیشترین امتیاز کسب‌شده رتبه‌بندی می‌شوند.



فصل چهارم

تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها

۴-۱ مقدمه:

صنعت لوازم خانگی برقی در سیستم اقتصادی هر کشور اهمیت بسیار زیادی دارد. اولاً، نیاز روزافزون کشور به محصولات این صنعت که رابطه مستقیم با افزایش سطح زندگی و رشد جمعیت جوان جامعه دارد. ثانیاً، تعداد بسیار زیاد کارکنان این صنعت در کلیه سطوح که با احتساب کارخانجات پایین دستی تولیدکننده قطعات و مواد اولیه مورد استفاده در این صنعت، بخش بزرگی از نیروی کار جامعه را تشکیل می‌دهند. هر صنعت تولیدی در مسیر رشد و توسعه خود با چالش‌هایی روبه‌رو است و برای بقای روبه پیشرفت خود به امنیت اقتصادی نیاز دارد و لوازم خانگی که زیرشاخه صنعت محسوب می‌شود از این قاعده مستثنا نیست. به دلیل کیفیت کم محصولات کارخانجات که ناشی از محدودیت سرمایه‌گذاری در استقرار تجهیزات مدرن، نیروی کار متخصص و البته بالا بودن هزینه تمام شده محصولات است در بیشتر موارد برخی کشورها مانند ترکیه و دیگر کشورها برای ایران در ارائه محصولات در این بازارها چالش‌هایی را به وجود آورده‌اند.

شرکت‌های سازنده لوازم خانگی در اثر تغییر و تحول شرایط و عوامل اثرگذار که روزبه‌روز شتاب بیشتر نیز خواهد گرفت در مرحله حساس و پیچیده‌ای قرار گرفته‌اند. به عبارت دیگر صنعت لوازم خانگی کشور در برابر یک فرصت و چالش تاریخی و بی‌سابقه قرار گرفته است. جهانی شدن و حضور در بازارهای بین‌المللی، مستلزم تولید لوازم خانگی با کیفیت و قیمت قابل رقابت در مقیاس جهانی و افزایش میزان تولید فراتر از حداقل لازم جهت مصرف است.

در تبیین اصول راهبردی توسعه صنعتی، صنایع به سه گروه صنایع مصرفی کم‌دوام، بادوام و صنایع واسطه‌ای و سرمایه‌ای طبقه‌بندی می‌شوند. تولیدات لوازم خانگی در گروه صنایع بادوام قرار می‌گیرند. بر اساس تقسیم‌بندی بر مبنای نوع فناوری، محصولات در مجموعه فناوری‌های میانی و پیشرفته قرار می‌گیرند. محصولات این فرایند تولید که مهارت و فناوری‌های حساس به مقیاس در کالاهای سرمایه‌ای و محصولات واسطه‌ای آنها تعیین‌کننده است بخش اعظم فعالیت‌های صنعتی در

اقتصادهای پیشرفته را تشکیل می‌دهند. این محصولات احتیاج به سطح نسبتاً بالای تحقیق و توسعه، مهارت‌های پیشرفته و دوره یادگیری طولانی دارند. زیرگروهی از این دسته محصولات که در رشته‌های مهندسی قرار دارد، احتیاج به ارتباطات قوی در بین بنگاه‌های مختلف دارد تا کارایی لازم را پیدا کند. ارتباطات قوی و به‌کارگیری سرمایه‌های خارج از سازمان چنانچه با مدیریت مناسب، فراهم شدن ابزارهای دسترسی به فناوری، آماده‌سازی انگیزه‌ها و مهارت‌های بنگاه‌های داخلی و انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه R&D همراه شود، کارساز بوده و موجب ارتقاء و توسعه فناوری می‌شود.

ویژگی‌های اصلی و مشترک مجموعه صنایع مصرفی بادوام را می‌توان در نقش تعیین‌کننده فناوری در فرایند تولید این محصولات و پیچیدگی فرآیند تولید از نظر ارتباط‌های بین بنگاهی برشمرد. بدین مفهوم که تمرکز خود را روی طراحی محصولات جدید با بازدهی بالا و تنوع کارایی و زیبایی جهت مصرف‌کننده معطوف کرده‌اند. در عوض بسیاری از قطعات موردنیاز خود را شرکت‌های دیگر تأمین می‌نمایند. به‌عنوان مثال، برخی شرکت‌های تولیدی جاروبرقی، مجموعه الکتروموتور و فن مکنده را همراه با قطعاتی مانند خرطومی، کلیدها و ... با در نظر گرفتن ویژگی‌های فنی بر مبنای طراحی‌هایی که خود انجام داده‌اند، از منابع دیگر خریداری و مبادرت به مونتاژ محصولاتی جدید و متنوع و با کارایی بالا می‌نمایند.

در حال حاضر میزان بهره‌وری امکانات در زمینه تولیدات صنعتی داخل به‌ویژه لوازم‌خانگی بسیار پائین است. در نتیجه جایگاهی که صنایع ایران در بازارهای جهانی از آن برخوردارند شاید جزو چند جایگاه آخر محسوب شود و این هرگز جایگاه واقعی ما نیست. طبق آخرین آمار تعداد ۶۱۶ کارخانه تولید لوازم‌خانگی در کشور وجود دارند. باوجود این تعداد کارخانه لوازم‌خانگی نقش تأثیرگذار این صنعت بر اقتصاد ملی در برخی آمارها نزدیک به صفر است.

۴-۲ مطالعه موردی: شرکت تولیدی لوازم خانگی آلفا

شرکت آلفا با تولید انواع یخچال، فریزر، یخچال فریزر، کولرآبی، آبگرمکن خورشیدی به عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان لوازم خانگی در ایران است که در چند سال اخیر با مشکلات بسیار زیاد مواجه بوده و مرز تعطیلی و ورشکستگی پیش رفت. تقریباً همگی فرایندهای مورد نیاز این واحد صنعتی در خود کارخانه آلفا انجام می شود.

۴-۲-۱ بخش های مختلف شرکت آلفا

۴-۲-۱-۱ واحد تولید

واحد تولید این کارخانه متشکل از واحد شیتینگ، واحد وکیوم، واحد اینجکشن، واحد برش و پرس، واحد رنگ، واحد فوم، واحد تراشکاری و قالب سازی است.

۴-۲-۱-۲ واحدهای فنی مهندسی و اداری

این بخش شامل واحد تحقیق و توسعه، واحد خدمات مدیریت، بخش کامپیوتر، بخش مهندسی روش ها، بخش آمار و اطلاعات، بخش پشتیبانی سیستم های مالی و اداری، واحد امور مهندسی، واحد برنامه ریزی، واحد کنترل کیفیت است و انواع آزمایشگاه شیمی و تست قطعات است.

۴-۲-۱-۳ واحد بازرگانی

مسئولیت حفظ و تداوم سیستم تضمین کیفیت در امور خرید و فروش، نظارت بر اجرای صحیح فعالیت ها طبق روش اجرایی و دستورالعمل کاری مصوب، انجام اقدام اصلاحی و پیشگیرانه در حوزه مدیریت های مربوطه، انجام خریدهای لازم جهت تولید در زمان تعیین شده بر اساس دستورالعمل ها، را بر عهده دارد.

۴-۲-۱-۴ واحد فروش و خدمات پس از فروش

مسئولیت انعقاد و بازنگری قراردادهای فروش، پیگیری و انجام تعهدات شرکت در قبال مشتریان نگهداری سوابق، ارزیابی عملکرد نمایندگان شرکت، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در حوزه فروش و خدمات بعد از فروش، ارزیابی و دریافت نظرات و مشکلات مشتری و ارائه پاسخ به آنها را بر عهده دارد.

۴-۲-۲ علت مشکلات موجود در شرکت آلفا

یکی از دلایلی که باعث تعطیلی شرکت آلفا شد پرداختن به فعالیتهای حاشیه‌ای است؛ فعالیتهایی که توجیه اقتصادی، فنی و صنعتی ندارند. به‌عنوان مثال وقتی یک محصول یا ماده اولیه با یک ساختار و کارکرد یکسان از سوی چندین تأمین‌کننده تولید می‌شود شاید تولید همه آنها توسط شرکت آلفا توجیه اقتصادی نداشته باشد.

در واحد تولیدی کارخانه محصول هزینه‌های متعددی مانند حقوق مدیران تولید، استهلاک ساختمان و ماشین‌آلات، بیمه ساختمان و ماشین‌آلات، اجاره محل کارخانه، تأسیسات، هزینه دستمزد مستقیم و ... تحمیل می‌شود. در نتیجه تولیدکننده برای رقابت با دیگر رقبا کیفیت را پائین می‌آورد تا نرخ را بشکند و مشتری بیشتری جلب کند. همین است که صنایع تولیدی لوازم‌خانگی ایران در دنیا مورد استقبال نیست و در این زمینه تمام تبلیغات تنها بزرگنمایی صرف است.

حقیقت تلخ صنعت لوازم‌خانگی ایران تولید بدون داشتن تخصص، تجربه و تجهیزات پیشرفته است. و در صورت وجود این الزامات، امکان به‌کارگیری آنها هم از نظر هزینه به‌کارگیری و هم از نظر میزان در دسترس بودن در سطح کارخانه مهیا نیست. از دیگر مشکلات مدیریت شرکت‌های تولیدی تمرکز بیش‌ازاندازه هزینه‌ها به بخش تولید و عدم سرمایه‌گذاری کافی در بخش‌های توسعه‌ای در بازار و نیاز

بازار است. در واقع چند درصد از کارخانجات ما علاوه بر هزینه‌های معمول خود، بودجه‌ای جداگانه برای امر تحقیقات و آموزش تخصصی کارکنان خود در نظر می‌گیرند؟ به‌طور کلی سرمایه‌گذاری هنگامت در بخش تولید که بیشتر آن صرف خرید تجهیزات گران‌قیمت، زمین، ساخت بنای بخش‌های مختلف تولیدی، نیروی کار متعدد و ... می‌شود و از طرفی عدم تمرکز بر بخش تحقیق و توسعه، بازاریابی، برند، طراحی خدمات و ... تعدادی از شرکت‌ها از جمله شرکت آلفا را مجبور به تعطیلی خطوط تولید نموده است و برخی پایین‌تر از نقطه سر به سر فعالیت می‌کنند و بسیاری از آن‌ها به دنبال حفظ سهم بازار فعلی هستند (Gwin & Gwin, 2003)(Palma & Prigent, 2008).

هم‌اکنون صنایع لوازم‌خانگی بیش از گذشته از خدمات صنعت قطعه‌سازی استفاده می‌کند. با توجه به لزوم پرداختی هر یک از شاخه‌های صنعت به کارهای تخصصی و با عنایت به تنوع روش‌های تولید و اجرای روش‌های اقتصادی تولید، ضرورت استفاده صنایع مختلف از جمله لوازم‌خانگی به برون‌سپاری تولید قطعات و خدمات مورد نیاز سیستم تولیدی افزایش یافته است. مثلاً در کارخانه‌ها بزرگ دنیا مانند کارخانجات یخچال‌سازی، همواره موتور و کمپرسور مجموعه‌های اوپراتور، کندانسور، دستگیره‌ها، لولاها، نوارهای عایق و ... به‌عنوان مواد اولیه و یا قطعات خریدنی خارج از مجموعه خود تهیه می‌شوند و نیز در صنایع کولرآبی موتور، یاتاقان، تسمه و بسیاری دیگر از قطعات کولرآبی توسط سازندگان تخصصی آن رشته تولید می‌شود.

۴-۲-۳ راه‌حل رفع مشکلات شرکت آلفا

- استفاده صنعت از پتانسیل‌ها و مزیت‌های متخصصان و شرکت‌های داخلی و خارجی از طریق مشارکت با آن‌ها با استفاده از سرویس‌های فناوری اطلاعات از جمله سرویس‌های رایانش ابری به‌منظور برون‌سپاری بخش عمده‌ای از فعالیت‌ها.
- تمرکز بیشتر بر روی سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه به‌جای خرید تجهیزات سخت‌افزاری و با پیاده‌سازی فناوری‌ها و سرویس‌های پیشرفته و نوین مبتنی بر اینترنت.

- مشارکت یکپارچه در بستر رایانش ابری با تأمین‌کنندگان بخش تولید و بازاریابی و فروش و مالی در راستای ورود به بازارهای جهانی و تبدیل به یک صنعت برون‌نگر.
- اعمال سیاست‌های تشویقی جهت تحریک اتصال، هم‌افزایی و همکاری‌ها به‌ویژه در سطح بین‌بنگاهی به‌منظور تبادل اطلاعات و ارتقاء کارایی در قالب شبکه‌ها، خوشه‌ها و ...
- طراحی ساختار و فرایندهای صنعت با یکی از تکنیک‌های کارا در طراحی سیستم مانند تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات
- تصمیم‌گیری بهینه و علمی خبرگان صنعت در انتخاب تأمین‌کنندگان با رویکردهای تصمیم‌گیری در محیط‌های عدم اطمینان

۴-۲-۴ پیاده‌سازی سیستم تولیدی ابری در شرکت آلفا

در این بخش به بررسی پیاده‌سازی سیستم تولید ابری در شرکت آلفا پرداخته می‌شود. با توجه به گستردگی و تنوع زیاد محصولات شرکت مذکور، در این تحقیق سیستم تولید کولرآبی در بستر رایانش ابری و با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات و رویکرد فازی تردیدی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۴-۲-۴-۱ بررسی فرایند تولید کولرآبی در شرکت آلفا

در کولرآبی مواد اولیه قسمت بدنه ورق گالوانیزه است که در بازار به ورق سفید معروف است. ضخامت ورق گالوانیزه که برای بدنه بکار می‌رود $0/9$ میلی‌متر است. ضخامت فلز روی بر روی ورق فولادی بین 12 تا 27 میکرون است. رول ورق گالوانیزه توسط لیفت‌تراک از انبار مواد اولیه به سالن تولید حمل می‌شود و بر روی کویل بازکن قرار می‌گیرد. سپس به‌طور چشمی مواردی از قبیل صاف بودن ورق و موج نبودن آن کنترل می‌شود. پس از عبور از یک غلطک که عمل تسطیح را تا حدودی انجام می‌دهد توسط قیچی (گیوتین) در ابعاد مشخص (از پیش تعیین‌شده) بریده می‌شود. سپس ورق‌ها در ابعاد بریده‌شده به کارگاه پرس‌کاری جهت انجام عملیات فرم دهی ارجاع می‌شود. پره کولر نیز از ورق گالوانیزه $0/65$ میلی‌متر تولید می‌شود و مراحل برش ورق و پرس‌کاری به همان صورت انجام می‌گیرد.

سپس قطعات بدنه جوشکاری می‌شوند. پس‌از این مرحله، عملیات رنگ‌کاری است. نوع رنگ‌کاری اپوکسی پلی‌استر است. مدت‌زمان رنگ‌کاری ۲۰ دقیقه در درجه حرارت ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد است. پس‌از این مرحله، مرحله مونتاژ است. در این قسمت، الکتروموتورهای ۱/۳ و پمپ آب با قدرت ۱/۶ اسب بخار که کارخانجات داخلی کشور تهیه خواهد شد و پولی‌ها که کلاً از آلومینیوم به طریق دایکاست تولید می‌شوند به‌طور سفارشی از خدمات سایر کارگاه‌های استفاده می‌شود و تسمه و سایر قطعات نیز همگی با بدنه مونتاژ شده و به قسمت بازرسی و تست ارسال می‌شوند. پس از تست بسته‌بندی شده و به انبار حمل می‌شود.

۴-۲-۴-۲ مواد اولیه اصلی

کولرهای آبی که برای خنک کردن هوای داخل ساختمان‌ها به‌ویژه در مناطق خشک به کار می‌رود از دو قسمت عمده تشکیل یافته‌اند: ۱- اجزاء الکتریکی ۲- اجزاء مکانیکی

اجزاء الکتریکی شامل:

۱- کابل چهار رشته: برای ارتباط کلید به کولر از کابل چهار رشته استفاده می‌شود که سطح مقطع سیم‌ها نباید کمتر از ۱/۵ میلی‌متر مربع باشد.

۲- کلید مخصوص: کلید کولر شامل: یک کلید تک پل برای واترپمپ، یک کلید تک پل برای الکتروموتور فن و یک کلید تبدیل برای دور کند و تند الکتروموتور است.

۳- جعبه اتصال یا ترمینال: جهت ایجاد اتصالات مطمئن و عایق از بدنه فلزی کولر که در داخل اتاقک کولر قرار دارد.

۴- الکتروموتور دو دور فن: که معمولاً دارای دو دور ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ دور در دقیقه است. الکتروموتور کولرهای خانگی از قسمت‌های استاتور، روتور، درپوش و بوش‌ها، کلید گریز از مرکز (که نقش عمده‌ای در راه‌اندازی و تنظیم دور موتور دارد و بر اساس نیروی گریز از مرکز عمل کرده و ضمن عمل، خود سیم‌پیچ راه‌انداز را از مدار خارج می‌کند) تشکیل شده است.

قسمت متحرک این کلید بر روی محور روتور تعبیه شده و صفحه کائوچویی کلید گریز از مرکز بر روی درپوش موتور نصب شده است.

۵- خازن اصلاح ضریب قدرت و خازن راهانداز: خازن اصلاح ضریب قدرت که بر روی بدنه نصب شده و از نوع روغنی و با ظرفیت ۲۰ الی ۲۵ میکرو فاراد با ولتاژ نامی ۴۰۰ تا ۴۵۰ ولت است. خازن راهانداز با ظرفیت ۴۸۰-۱۳۰ میکرو فاراد - ۱۱۰ ولت که در هنگام استارت در مدار بوده و پس از آنکه روتور به ۷۵ در صد سرعت نامی خود رسید. کلید گریز از مرکز خازن راهانداز و سیم پیچ کمکی را از مدار خارج می سازد.

۶- پمپ آب (واترپمپ): آب را از تشتک تا حدود دو متر ارتفاع پمپاژ کرده و به سهراهی آب و ناودانی ها در بالای اتاقک کولر می رساند.

اجزاء مکانیکی شامل:

۱- بدنه کولر

۲- سهراهی آب (آب پخش کن)

۳- ناودان ها

۴- فن (پروانه و محور فن یا توربین)

۵- شناور (فلوتر)

۶- کانال داخلی و خارجی

۷- پولی ها (فلکه ها)

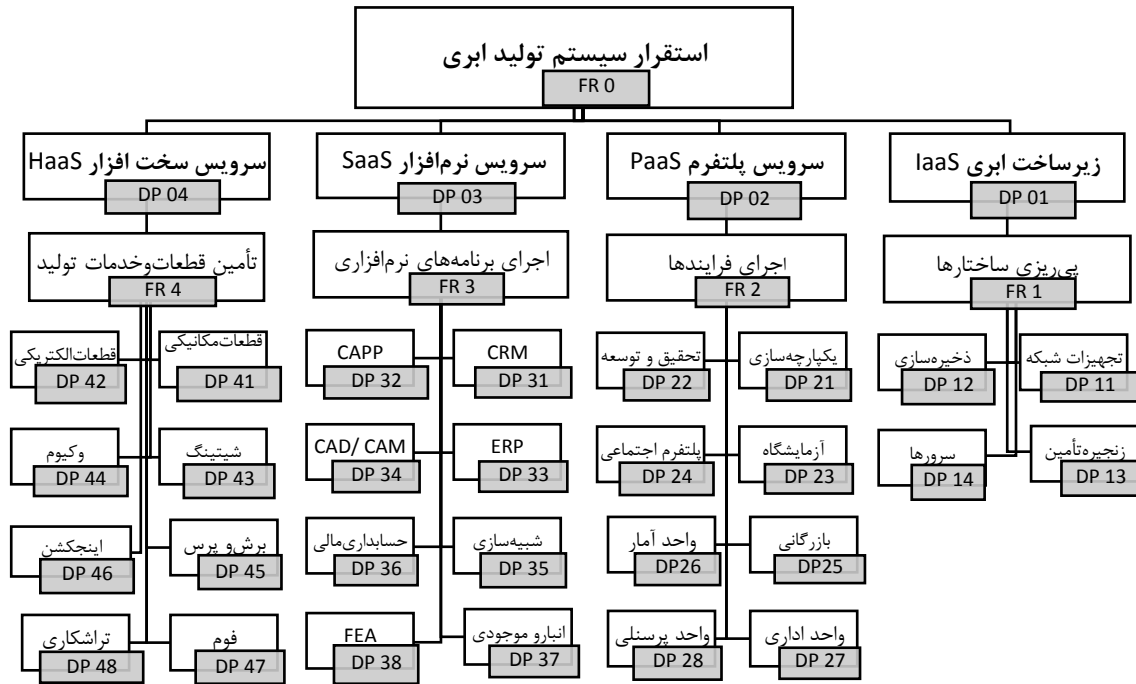
۸- تسمه پروانه

۹- یاتاقان ها

۴-۲-۵ طراحی سیستم تولید ابری کولرآبی با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات

پس از معرفی مدل سیستم تولید ابری در فصل سوم در این بخش سیستم تولید کولرآبی شرکت آلفا

طبق شکل (۴-۱) با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات طراحی می‌شود:



شکل (۴-۱) طراحی سیستم تولید ابری کولرآبی با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات

در مدل سیستم طراحی شده فوق، پس از استقرار زیرساخت‌های اساسی سازمان مانند تجهیزات شبکه‌ای، فضای ذخیره‌سازی، استقرار و برقراری شبکه سرورها، استقرار سیستم زنجیره تأمین بر روی سرویس زیرساخت ابری بایستی فرایندها، واحدهای اداری، بازرگانی و ... همانند شبکه اتوماسیون جهانی از طریق سرویس پلتفرم ابری با یکدیگر یکپارچه‌سازی شوند. یکی از امکانات خاص سیستم تولید ابری در بخش سرویس پلتفرم ابری پلتفرم اجتماعی است که قابلیت ارتباط و مراودات سهامداران و مالکان شرکت با سایر همکاران و کارمندان که به صورت مجازی و از راه دور با شرکت همکاری می‌کنند را برقرار می‌کند. به‌عنوان مثال در بخش طراحی اجزاء و قطعات کولرآبی، مدیران شرکت پس از بیان برخی الزامات و نیازمندی‌ها، آن‌ها را در پلتفرم اجتماعی بارگذاری می‌کنند. این پلتفرم امکان اشتراک‌گذاری اطلاعات به صدها مهندس، طراح، گرافیست، قطعه‌ساز و کلیه متخصصان

مرتبط با طراحی و ساخت را دارا است. پس از ارائه برنامه‌ها و طرح‌ها از طرف مهندسان و طراحان فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات طراحی و تولید با توجه به شاخص‌های مختلف توسط مدیران شرکت آلفا انجام می‌شود که پس‌از آن آن‌ها، گروه منتخب شروع به فرایند طراحی و ساخت می‌کنند که در این شرایط به‌عنوان مثال پس از طراحی سه‌بعدی محصول بین طراحان بحث و تبادل نظر انجام گرفته و طرح مورد اصلاح و بازبینی قرار می‌گیرد تا در نهایت بهترین طرح ممکن با تصمیم‌گیری مشارکتی انتخاب شود.

پس از استقرار زیرساخت و پلتفرم ابری در شرکت، اکنون برای اجرای برنامه‌ها و نرم‌افزارهای موردنیاز، شرکت بدون نیاز به خریداری نرم‌افزارها می‌تواند کلیه برنامه‌های خود مانند نرم‌افزار CRM، CAPP، CAD و ... را از طریق سرویس نرم‌افزار ابری اجرا کند.

بخش دیگری از خدمات ابری مربوط به سرویس سخت‌افزاری است که شرکت می‌تواند به چند طریق از این سرویس استفاده کند. بخش اول مربوط به برون‌سپاری تأمین قطعات و مواد اولیه کولرآبی است که شرکت بدون نیاز به تولید آن‌ها می‌تواند کلیه قطعات خود را با اعلام نیاز در شبکه‌های ابری از تأمین‌کنندگان مختلف خریداری نماید. بخش دیگری از خدمات سخت‌افزاری ابری مربوط به استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات سایر شرکت‌ها و تولیدکنندگان است که شرکت آلفا می‌تواند بدون خرید تجهیزات، فرایندهای تولیدی موردنیاز مانند اینجکشن، شیتینگ، وکیوم، برش و پرس، فوم و تراشکاری را از طریق سایر شرکت‌ها تأمین نماید

۴-۲-۵-۱ ارزیابی تأمین‌کنندگان قطعات کولرآبی با رویکرد فازی تردیدی

همان‌طور که در فصل سوم و بخش ... اشاره شد یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در استقرار سیستم تولید ابری اتخاذ استراتژی انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است. در این تحقیق به‌منظور جلوگیری از حجم پیچیده محاسبات، تنها به انتخاب و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان بدنه کولر پرداخته می‌شود. تأمین‌کنندگان بی‌شماری در سطح کشور به‌صورت تخصصی اقدام به تولید بدنه

کولرآبی می‌نمایند که انتخاب تأمین‌کنندگان بر اساس شاخص‌های متعدد و وجود محیط عدم اطمینان و با اطلاعات مبهم، یکی از چالش‌های مدیران شرکت آلفا است که در این بخش بررسی می‌شود.

بر اساس الگوریتم معرفی‌شده در بخش ... مراحل ارزیابی تأمین‌کنندگان بدنه کولرآبی به‌صورت ذیل است.

گام اول: شناسایی تأمین‌کنندگان بدنه کولر

لیست تأمین‌کنندگان بدنه کولرآبی بر اساس معرفی اسامی آنها توسط مدیران شرکت آلفا و همچنین جستجوی اینترنتی به‌صورت جدول (۱-۴) است.

جدول (۱-۴) تأمین‌کنندگان بدنه کولرآبی

شهر	حوزه فعالیت	نام شرکت	ردیف
الف	لوازم‌خانگی، طراحی و ساخت قالب‌های فلزی و پلاستیکی	A	۱
ت	قطعات فلزی کولر، بخاری و آبگرمکن	B	۲
الف	تولیدکننده قطعات کولرآبی، بدنه، محور کولرآبی،	C	۳
ت	تولیدکننده، بدنه کولر، درب، فن، سقف، حلزونی	D	۴
ت	تولید انبوه انواع بدنه، پروانه کولرآبی و دیگر قطعات فلزی کولر	E	۵
ت	تولیدکننده دریچه و بدنه فلزی	F	۶

پس از تهیه لیست تأمین‌کنندگان، نام تولیدکننده E به علت عدم آگاهی مدیران شرکت آلفا با نحوه فعالیت این شرکت و همچنین نام تولیدکننده F به علت عدم تولید بدنه موردنظر شرکت آلفا از بین تأمین‌کنندگان حذف و نام چهار تولیدکننده A، B، C، D به‌عنوان تأمین‌کنندگان نهایی که انتخاب آنها با توجه به شاخص‌های مختلف برای مدیران شرکت مبهم بود برای ارزیابی انتخاب شد.

گام دوم: استخراج کلیه شاخص‌های اثرگذار در انتخاب تأمین‌کنندگان

گونری (۲۰۰۹) فهرستی از تمامی شاخص‌های انتخاب تأمین‌کنندگان که توسط ۱۰ گروه از محققان بررسی شده است جمع‌آوری نموده است. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: مناسب بودن قیمت، تحویل به‌موقع، ضمانت، پشتیبانی فنی، سابقه عملکرد، منطقه جغرافیایی، مدیریت و سازمان‌دهی، روابط کاری، سیستم ارتباطی، پاسخگویی به مشتریان، ویژگی‌های فنی محصول، ظرفیت و سهولت تولید، کیفیت بسته‌بندی، کنترل عملیاتی، سهولت استفاده، قابلیت نگهداری و تعمیرات، سابقه خرید، جایگاه و اعتبار برند، تعامل دوطرفه با سازمان، خدمات پس از فروش.

آکتپ و ارسوز (۲۰۱۱) در تحقیقی چهار شاخص قیمت، کیفیت، زمان تحویل و اعتبار شرکت را به‌عنوان شاخص‌های کلی و مهم در انتخاب تأمین‌کنندگان معرفی نمودند.

گام سوم: انتخاب مهم‌ترین شاخص‌ها با توزیع پرسشنامه فازی

پرسشنامه نمره دهی به اهمیت شاخص‌ها برحسب روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی طبق جدول (۲-۴) در اختیار ۵ مدیر و خبره شرکت قرار می‌گیرد.

جدول (۲-۴) پرسشنامه روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی

اختصاص اعداد قطعی $\mu_T(M_i)$	اعداد فازی	اندازه کمی مقادیر منتخب
۰/۰۴۵۵	M_1	فوق‌العاده کم
۰/۱۳۶۴	M_2	به‌شدت کم
۰/۲۲۷۳	M_3	خیلی کم
۰/۳۱۸۲	M_4	کم
۰/۴۰۹۱	M_5	زیر متوسط
۰/۵۰۰۰	M_6	متوسط
۰/۵۹۰۹	M_7	بالای متوسط

زیاد	M_8	۰/۶۸۱۸
خیلی زیاد	M_9	۰/۷۷۲۷
به شدت زیاد	M_{10}	۰/۸۶۳۶
فوق العاده زیاد	M_{11}	۰/۹۵۴۵

با در اختیار گذاشتن پرسشنامه ارزیابی اهمیت شاخص‌ها در مورد انتخاب تأمین‌کننده بدنه کولر به خبرگان، طبق جدول (۳-۴) قضاوت خبرگان سازمان و میانگین امتیاز نهایی هر شاخص به صورت ذیل است.

جدول (۳-۴). ارزیابی اهمیت شاخص‌ها توسط خبرگان برحسب روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی

ردیف	شاخص	ارزیابی خبرگان شرکت	میانگین امتیازات
۱	قیمت	{۰/۷۷۲۷، ۰/۹۵۴۵، ۰/۵۹۰۹، ۰/۸۶۳۶، ۰/۷۷۲۷}	۰/۷۹۰
۲	تحويل به موقع	{۰/۹۵۴۵، ۰/۷۷۲۷، ۰/۵۹۰۹، ۰/۷۷۲۷، ۰/۷۷۲۷}	۰/۷۷۲
۳	ضمانت	{۰/۲۲۷۳، ۰/۴۰۹۱، ۰/۳۱۸۲، ۰/۴۰۹۱، ۰/۵۹۰۹}	۰/۳۹۰
۴	پشتیبانی فنی	{۰/۲۲۷۳، ۰/۵۹۰۹، ۰/۴۰۹۱، ۰/۵، ۰/۴۰۹۱}	۰/۴۲۷
۵	سابقه عملکرد	{۰/۸۶۳۶، ۰/۷۷۲۷، ۰/۵، ۰/۶۸۱۸، ۰/۵۹۰۹}	۰/۶۸۱
۶	منطقه جغرافیایی	{۰/۲۲۷۳، ۰/۵۹۰۹، ۰/۴۰۹۱، ۰/۲۲۷۳، ۰/۴۰۹۱}	۰/۳۷۲
۷	مدیریت و سازمان‌دهی	{۰/۴۰۹۱، ۰/۲۲۷۳، ۰/۵۹۰۹، ۰/۴۰۹۱، ۰/۵۹۰۹}	۰/۴۴۵
۸	روابط کاری	{۰/۳۱۸۲، ۰/۵۹۰۹، ۰/۲۲۷۳، ۰/۴۰۹۱، ۰/۵۹۰۹}	۰/۴۲۷
۹	سیستم ارتباطی	{۰/۹۵۴۵، ۰/۷۷۲۷، ۰/۷۷۲۷، ۰/۵۹۰۹، ۰/۶۸۱۸}	۰/۷۵۴
۱۰	پاسخگویی به مشتریان	{۰/۵، ۰/۵۹۰۹، ۰/۳۱۸۲، ۰/۵۹۰۹، ۰/۴۰۹۱}	۰/۴۸۱
۱۱	ویژگی‌های فنی محصول	{۰/۶۸۱۸، ۰/۷۷۲۷، ۰/۸۶۳۶، ۰/۷۷۲۷، ۰/۹۵۴۵}	۰/۸۰۹
۱۲	ظرفیت و سهولت تولید	{۰/۵۹۰۹، ۰/۵، ۰/۲۲۷۳، ۰/۴۰۹۱، ۰/۲۲۷۳}	۰/۳۹۰
۱۳	کیفیت بسته‌بندی	{۰/۲۲۷۳، ۰/۵۹۰۹، ۰/۴۵۵، ۰/۲۲۷۳، ۰/۴۵۵}	۰/۲۲۷
۱۴	کنترل عملیاتی	{۰/۵۹۰۹، ۰/۳۱۸۲، ۰/۴۰۹۱، ۰/۴۵۵، ۰/۲۲۷۳}	۰/۳۱۸

۰/۴۰۹	{۰/۴۰۹۱، ۰/۶۸۱۸، ۰/۳۱۸۲، ۰/۲۲۷۳، ۰/۴۰۹۱}	سهولت استفاده	۱۵
۰/۳۰۰	{۰/۵۹۰۹، ۰/۲۲۷۳، ۰/۴۰۹۱، ۰/۰۴۵۵، ۰/۲۲۷۳}	قابلیت نت	۱۶
۰/۲۸۱	{۰/۲۲۷۳، ۰/۰۴۵۵، ۰/۵، ۰/۴۰۹۱، ۰/۲۲۷۳}	سابقه خرید	۱۷
۰/۶۶۳	{۰/۵۹۰۹، ۰/۵، ۰/۹۵۴۵، ۰/۵۹۰۹، ۰/۶۸۱۸}	جایگاه و اعتبار برند	۱۸
۰/۶۰۹	{۰/۷۷۲۷، ۰/۴۰۹۱، ۰/۷۷۲۷، ۰/۵۹۰۹، ۰/۵}	خدمات پس از فروش	۱۹
۰/۵۵۴	{۰/۵۹۰۹، ۰/۴۰۹۱، ۰/۴۰۹۱، ۰/۷۷۲۷، ۰/۵۹۰۹}	تعامل دوطرفه با سازمان	۲۰

پس از محاسبه میانگین نظرات خبرگان، ۶ شاخص از جدول (۳-۴) که دارای امتیازات بالاتری می‌باشند به منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان بدنه کولر انتخاب می‌شوند. البته در صورت استفاده از نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری بایستی تمامی شاخص‌ها بررسی شوند. یکی از شاخص‌های منتخب در جدول (۳-۴) ویژگی‌های فنی محصول است که بایستی برای هر محصول متناسب با نوع ویژگی‌ها تبدیل به زیر شاخص‌ها شود. هدف این تحقیق ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان بدنه کولر است که شاخص‌های فنی مربوط به بدنه از طریق مصاحبه با خبرگان شرکت آلفا و جستجوی منابع اینترنتی به صورت جدول (۴-۴) است.

جدول (۴-۴) ارزیابی شاخص‌های فنی توسط خبرگان

ردیف	شاخص فنی	ارزیابی خبرگان شرکت	میانگین امتیازات
۱	کیفیت ضخامت ورق	{۰/۸۶۳۶، ۰/۹۵۴۵، ۰/۷۷۲۷، ۰/۹۵۴۵، ۰/۸۶۳۶}	۰/۸۸۱
۲	کیفیت ابعاد بدنه	{۰/۴۰۹۱، ۰/۶۸۱۸، ۰/۵۹۰۹، ۰/۳۱۸۲، ۰/۴۰۹۱}	۰/۴۸۱
۳	کیفیت آلیاژ ورق	{۰/۸۶۳۶، ۰/۷۷۲۷، ۰/۸۶۳۶، ۰/۷۷۲۷، ۰/۹۵۴۵}	۰/۸۴۵
۴	کیفیت ساخت بدنه	{۰/۹۵۴۵، ۰/۵، ۰/۶۸۱۸، ۰/۵۹۰۹، ۰/۷۷۲۷}	۰/۷۰۰
۵	کیفیت طراحی ظاهری	{۰/۵، ۰/۵۹۰۹، ۰/۶۸۱۸، ۰/۷۷۲۷، ۰/۵۹۰۹}	۰/۶۲۷

در جدول (۴-۴) نیز ۴ شاخص با بیشترین میانگین امتیاز به عنوان شاخص‌های نهایی انتخاب می‌شوند.

بنابراین به منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان، ۱۰ شاخص خدمات پس از فروش، جایگاه و اعتبار برند، قیمت، سیستم ارتباطی، سابقه عملکرد، تحویل به موقع، کیفیت آلیاژ ورق، کیفیت ساخت بدنه، کیفیت طراحی ظاهری، کیفیت ضخامت ورق طبق جدول به عنوان شاخص‌های نهایی انتخاب می‌شوند.

گام چهارم: وزن دهی شاخص‌ها با روش AHP فازی

با توجه به مراحل به کارگیری تکنیک AHP فازی، تجزیه و تحلیل مربوط به وزن دهی شاخص‌ها انجام شد. به منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان بدنه کولرآبی در شرکت آلفا، ۱۰ شاخص منتخب در بخش قبل در جدول (۴-۵) به ترتیب با C_1 نام گذاری می‌شوند.

جدول (۴-۵) شاخص‌های منتخب ارزیابی تأمین‌کنندگان بدنه کولر

شماره	علامت اختصاری	عنوان	وزن شاخص
۱	C_1	خدمات پس از فروش	0.093
۲	C_2	جایگاه و اعتبار برند	0.098
۳	C_3	قیمت	0.104
۴	C_4	سیستم ارتباطی	0.1
۵	C_5	سابقه عملکرد	0.099
۶	C_6	تحویل به موقع	0.099
۷	C_7	کیفیت آلیاژ ورق	0.101
۸	C_8	کیفیت ساخت بدنه	0.098
۹	C_9	کیفیت طراحی ظاهری	0.097
۱۰	C_{10}	کیفیت ضخامت ورق	0.106

گام پنجم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و ارزیابی تأمین‌کنندگان

به‌منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان بدنه کولرآبی، چهار تأمین‌کننده $Y_i (i = A, B, C, D)$ ، بر اساس ۱۰ شاخص $G_j (j = 1, 2, \dots, 10)$ با بردار وزنی $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ توسط مدیران و خبرگان شرکت آلفا با نمرات فازی تردیدی h_{ij} مورد ارزیابی قرار می‌گیرند که هر یک از تأمین‌کنندگان، شاخص‌ها و بردار وزنی شاخص‌ها طبق جداول (۴-۶) و (۴-۷) نام‌گذاری می‌شوند.

جدول (۴-۶) نام‌گذاری تأمین‌کنندگان

شماره	تأمین‌کنندگان	علامت
۱	ثمر اندیشان خزر	Y_1
۲	گروه فنی بازرگانی مساحتی	Y_2
۳	سه گل	Y_3
۴	گشتاور	Y_4

جدول (۴-۷) بردار وزنی شاخص‌ها

شماره	شاخص‌ها	علامت شاخص	وزن برداری (w_j)
۱	خدمات پس از فروش	C_1	۰/۰۹۳
۲	جایگاه و اعتبار برند	C_2	۰/۰۹۸
۳	قیمت مناسب	C_3	۰/۱۰۴
۴	سیستم ارتباطی	C_4	۰/۱
۵	سابقه عملکرد	C_5	۰/۰۹۹
۶	تحويل به‌موقع	C_6	۰/۰۹۹

۰/۱۰۱	C ₇	کیفیت آلیاژ ورق	۷
۰/۰۹۸	C ₈	کیفیت ساخت بدنه	۸
۰/۰۹۷	C ₉	کیفیت طراحی ظاهری	۹
۰/۱۰۶	C ₁₀	کیفیت ضخامت ورق	۱۰

پس از نام‌گذاری شاخص‌ها و گزینه‌ها، ماتریس تصمیم‌گیری طبق جدول (۴-۸) تشکیل می‌شود. بدین ترتیب که تصمیم‌گیرندگان ارزیابی خود را درباره گزینه Y_i تحت شاخص G_j ارائه می‌دهند. که این ارزیابی توسط اجزاء فازی تردیدی به صورت $h_{ij}(i = 1,2,3,4; j = 1,2, \dots, 10)$ مشخص می‌شود. بدیهی است چنانچه دو تصمیم‌گیرنده مقادیر یکسانی تعیین نمایند، تنها یکبار این مقادیر ذکر می‌شوند.

جدول (۴-۸) ماتریس تصمیم‌گیری فازی تردیدی

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
Y_A	(0.6,0.8, 0.5,0.7, 0.4)	(0.7,0.8, 0.4, 0.5)	(0.7,0.6,0.5)	(0.5,0.6, 0.3,0.4)	(0.6,0.4, 0.7,0.5)	(0.7,0.8, 0.5,0.6, 0.9)	(0.8,0.7, 0.4, 0.6)	(0.8,0.6, 0.7,0.4, 0.5)	(0.5,0.6, 0.3,0.4, 0.2)	(0.7,0.8, 8,0.5, 0.6)
Y_B	(0.5,0.6, 0.3,0.4)	(0.5,0.7, 0.4, 0.3)	(0.9,0.7,0.8)	(0.4,0.5, 0.3,0.2)	(0.5,0.4, 0.6,0.3, 0.2)	(0.8,0.6, 0.9, 0.6)	(0.7,0.6, 5,0.4, 0.6)	(0.7,0.6, 0.4, 0.5, 0.6)	(0.8,0.7, 0.5, 0.6)	(0.6,0.8, 5,0.7, 0.4)
Y_C	(0.6, 0.7,0.4, 0.5)	(0.5,0.7, 7,0.6)	(0.8,0.6,0.7)	(0.6,0.7, 0.9,0.8, 0.5)	(0.9,0.7, 0.8,0.6)	(0.5,0.3, 0.2,0.4)	(0.9,0.8, 8,0.5, 0.7)	(0.7,0.8, 0.6, 0.6, 0.7)	(0.8,0.9, 0.6,0.7)	(0.9,0.8, 8)
Y_D	(0.5,0.4, 0.6)	(0.6,0.7, 4,0.3, 0.5)	(0.6,0.7,0.4, 0.3,0.5, 0.2)	(0.7,0.5, 0.6,0.4)	(0.4,0.6, 0.5,0.2)	(0.6, 0.7,0.4, 0.5)	(0.2,0.4, 4,0.5)	(0.3,0.6, 0.5,0.4)	(0.7,0.8, 0.6)	(0.2,0.8, 3,0.5, 0.4)

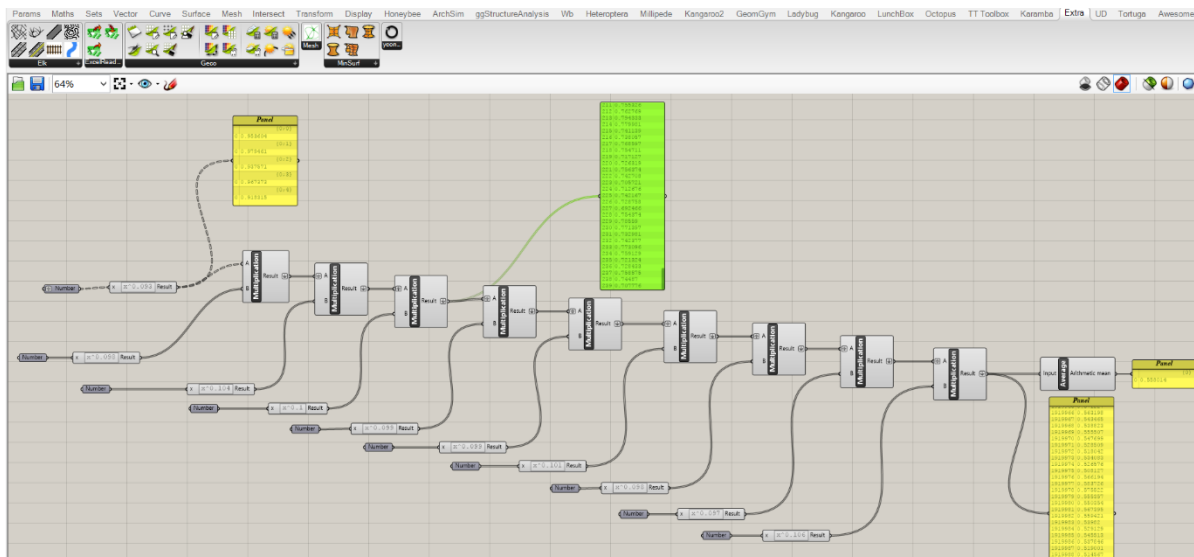
گام ششم: به‌کارگیری یکی از عمل‌گرای فازی تردیدی

در این تحقیق از عملگر فازی تردیدی وزنی هندسی (HFWG) طبق رابطه ۳-۲۱ استفاده می‌شود.

$$\text{HFWG}(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigcap_{j=1}^n h_j^{w_j} = \bigcup_{\gamma_1 \in h_1, \gamma_2 \in h_2, \dots, \gamma_n \in h_n} \left\{ \prod_{j=1}^n \gamma_j^{w_j} \right\} \quad \text{رابطه (۲-۳)}$$

با توجه به انبوهی از اعداد خروجی (چند صد هزار) به منظور به دست آوردن اعداد خروجی حاصل از

کاربرد عمل گرای $\text{HFWG}(h_i)$ از نرم افزار گرس هاپر طبق شکل (۲-۴) استفاده می شود:



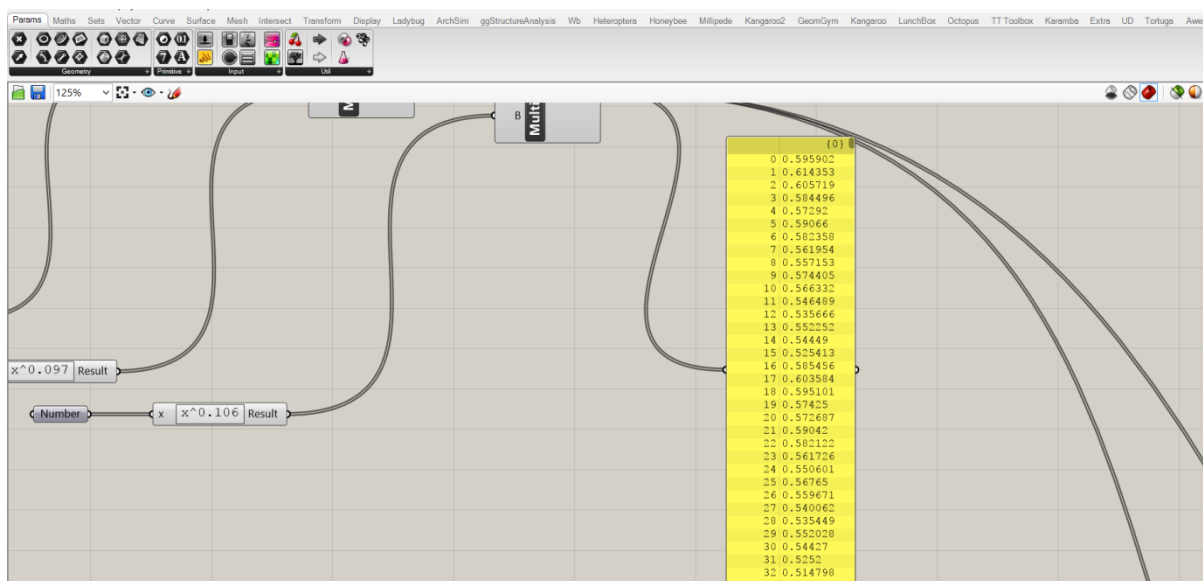
شکل (۲-۴) کدنویسی عمل گرای $\text{HFWG}(h_i)$ در نرم افزار گرس هاپر

برای مثال برای تأمین کننده اول محاسبات به صورت ذیل است:

$$\begin{aligned} \text{HFWG}(h_1, h_2, \dots, h_n) &= \bigcap_{j=1}^n h_j^{w_j} = \bigcup_{\gamma_1 \in h_1, \gamma_2 \in h_2, \dots, \gamma_n \in h_n} \left\{ \prod_{j=1}^n \gamma_j^{w_j} \right\} \\ &= \{0.5959, 0.6143, 0.6057, 0.5844, 0.5729, 0.5906, 0.5823, 0.5619, 0.5571, 0.5744, \\ &0.5663, 0.5464, 0.5356, 0.5522, 0.5444, 0.5254, 0.5854, 0.6035, 0.5951, 0.5742, \\ &0.5726, 0.5904, 0.5821, 0.5617, 0.5506, 0.5676, 0.5596, 0.5400, 0.5354, 0.5520, \\ &0.5440, 0.5252, 0.5147, 5307, \dots, 0.5631, 0.5434, 0.5388, 0.5555, \\ &0.5476, 0.5285, 0.5180, 0.5340, 0.5265, 0.5081, 0.5661, 0.5837, 0.5755, 0.5553, \\ &0.5503, 0.5673, 0.5594, 0.5398, 0.5291, 0.5455, 0.5378, 0.5190, 0.5145, 0.5305, \\ &0.5230, 0.5047, 0.4947, 0.5100, 0.5028, 0.4852, 0.5407, 0.5574, 0.5496, 0.5303\} \end{aligned}$$

تعداد اعداد خروجی بالا ۱،۹۲۰،۰۰۰ عدد است که اعداد آن از طریق برنامه نویسی در نرم افزار گرس

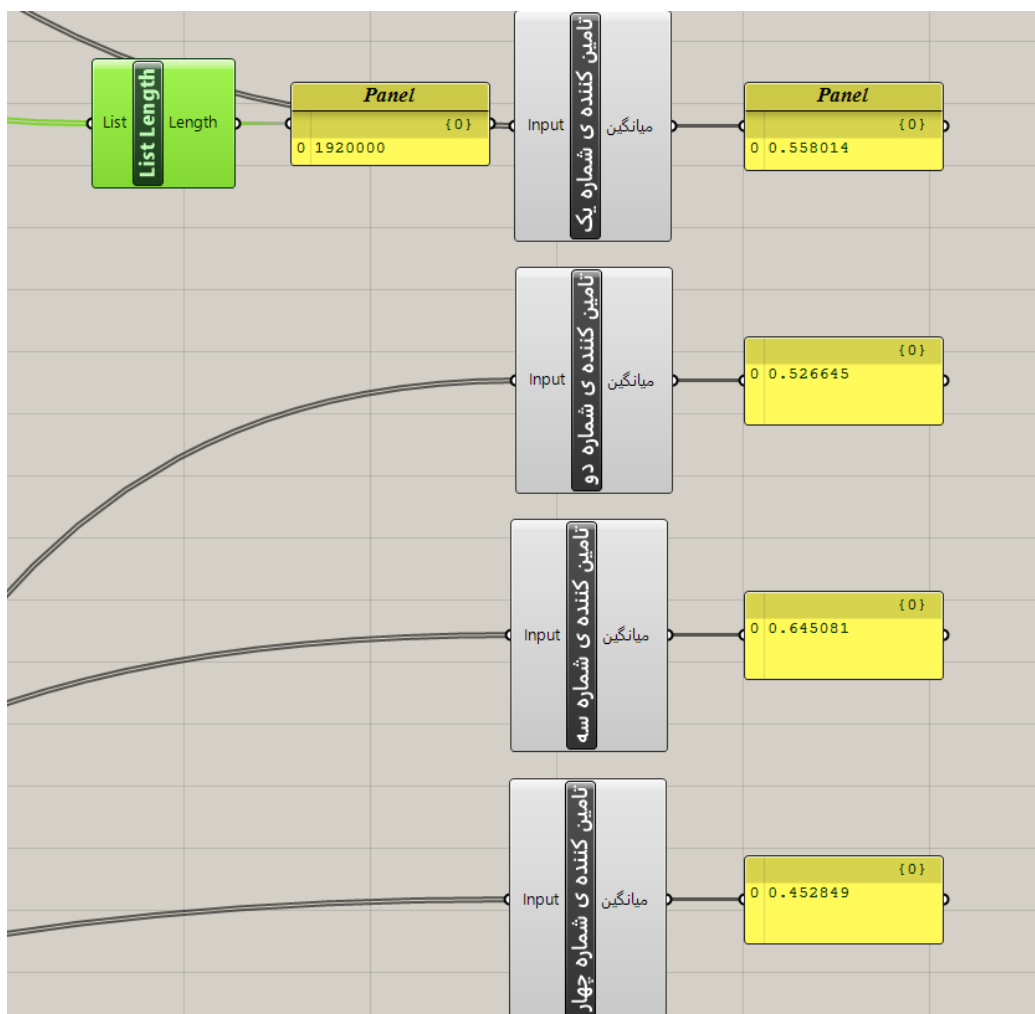
هاپر طبق شکل (۳-۴) حاصل شده است:



شکل (۳-۴) خروجی اعداد حاصل از کدنویسی عمل‌گرای $HFVG(h_i)$

گام هفتم: محاسبه ارزش امتیازات هر تأمین‌کننده

در این مرحله ارزش امتیازات برای هر تأمین‌کننده یعنی $s(h_i) (i = 1, 2, 3, 4)$ از میانگین $h_i (i = 1, 2, \dots, 10)$ حاصل‌شده از خروجی اعداد عمل‌گرا در مرحله پنجم محاسبه می‌شود. میانگین h_i ها به صورت شکل (۴-۴) است.



شکل (۴-۴) محاسبه امتیازات نهایی تأمین کنندگان در گرس هاپر

بنابراین میانگین امتیازات برای هر تأمین کننده به صورت جدول (۴-۹) است.

جدول (۴-۹) امتیازات نهایی تأمین کنندگان

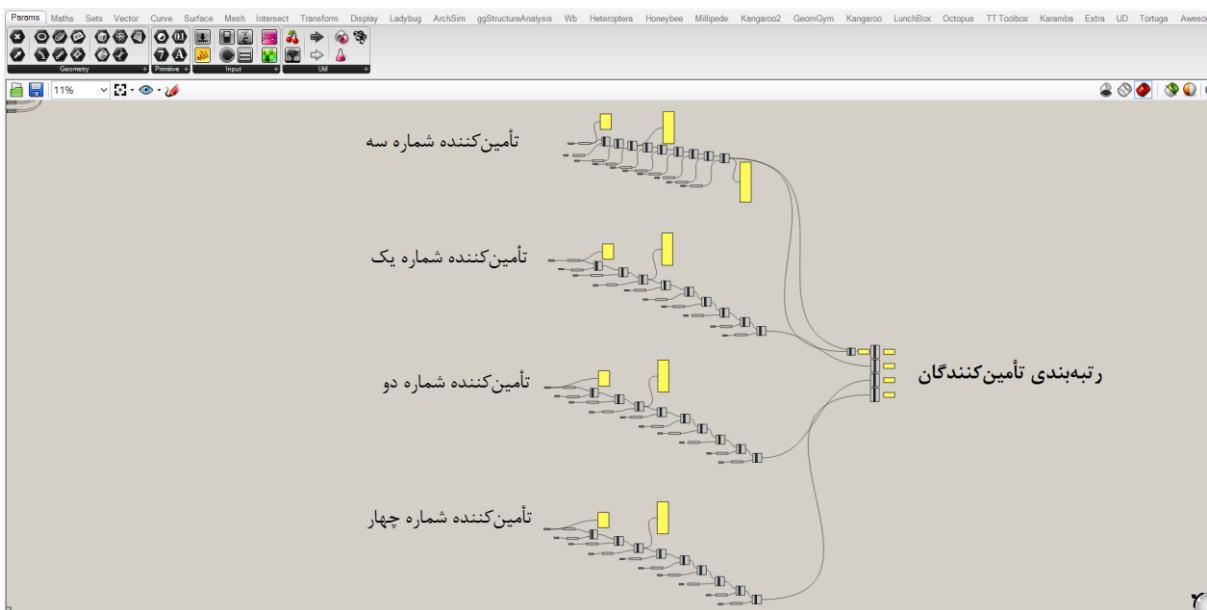
تأمین کننده چهار	تأمین کننده سه	تأمین کننده دو	تأمین کننده یک	تأمین کننده
Y_D	Y_C	Y_B	Y_A	
0.4528	0.6450	0.5266	0.5580	میانگین امتیازات نهایی

گام هشتم: رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان

بر اساس اطلاعات جدول (۴-۹) رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان به شرح ذیل است:

$$Y_C > Y_A > Y_B > Y_D$$

بنابراین شرکت آلفا برای تأمین بدنه کولر طبق شکل (۴-۵) بایستی به ترتیب تأمین‌کننده C، A، B و سپس D را در اولویت خرید قرار دهد.



شکل (۴-۵) رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان



فصل پنجم

نتایج و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه

ویژگی بارز صنایع تولیدی امروزی با شتاب تغییرات شدید در نیاز مشتریان و تولید کالاهای متنوع شناخته می‌شود. شیوه فعالیت صنایع به شکلی بنیادین تغییر کرده و هیچ شباهتی به صنایع دیروز ندارند. از جمله‌ی این تغییرات اساسی در ساختارها و رفتارهای صنایع، شبکه‌ای شدن فعالیت‌های آن-هاست. شرکت‌های تولیدی دیگر سعی نمی‌کنند تمامی فعالیت‌های موردنیاز خود را انجام بدهند. هر سازمانی یک یا دو فعالیت را که قابلیت کلیدی آن سازمان است و از آن طریق برای مشتریان فراتر از رقبا ارزش آفرینی می‌کند برای خود نگه‌داشته و بقیه‌ی فعالیت‌ها را از طریق کسب‌وکارهای دیگری که در آن فعالیت‌ها قابلیت کلیدی ندارند انجام می‌دهد. برون‌سپاری روش مناسب صنایع برای کاهش هزینه، تمرکز روی فعالیت‌های اصلی، بهبود خدمات، ارتقاء مهارت‌ها، کاهش مدت‌زمان از مرحله‌ی ایده به بازار تلقی شده و باعث افزایش مزیت رقابتی کلی شرکت می‌شود. توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز این فرایند را به‌شدت تسهیل و تسریع کرده است. کاربران رایانش ابری می‌توانند از هزینه سرمایه‌ای لازم برای خرید سخت‌افزار و نرم‌افزار و خدمات دوری کنند، زیرا آن‌ها تنها برای آنچه استفاده می‌کنند به عرضه‌کنندگان پرداخت می‌کنند و هزینه اولیه‌ای برای خرید تجهیزات به آن‌ها تحمیل نمی‌شود.

در این بخش نتایج حاصل از تحقیق، پیشنهادهایی برای مطالعات آتی و محدودیت‌های به وجود آمده در انجام پژوهش ارائه می‌گردد.

۵-۲ نتیجه‌گیری

تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات ضمن توجه به نیاز مشتریان؛ سیستم را از کل به جز می‌شکند. در حقیقت این تکنیک نوعی مهندسی معکوس است که برای طراحی سیستم‌ها قابل به‌کارگیری است. محققان می‌توانند در مدل‌سازی مسائل واقعی از طراحی مبتنی بر بدیهیات استفاده نموده و مسائل و مشکلات موجود را با نگرش چندلایه‌ای مدل‌سازی نمایند. مدل‌سازی مسائل و مشکلات به‌عنوان مهم‌ترین وظیفه در بهینه‌سازی محسوب می‌شود. هر چه مدل طراحی‌شده بتواند نماینده واقعی‌تری از محیط تصمیم‌گیری باشد جواب استخراج‌شده از اعتبار بالاتری برخوردار خواهد بود.

گروه محصولات بادوام مانند تولید لوازم خانگی بخش اعظم فعالیت‌های صنعتی در اقتصادهای پیشرفته را تشکیل می‌دهند. این محصولات احتیاج به سطح نسبتاً بالای تحقیق و توسعه، مهارت‌های پیشرفته و به‌کارگیری تجهیزات مدرن دارند. زیرگروهی از این دسته محصولات که در رشته‌های مهندسی قرار

دارد، احتیاج به ارتباطات قوی در بین بنگاه‌های مختلف دارد تا کارایی لازم را پیدا کند. ارتباطات قوی و به‌کارگیری سرمایه‌های خارج از سازمان چنانچه با مدیریت مناسب، فراهم شدن ابزارهای دسترسی به فناوری، آماده‌سازی انگیزه‌ها و مهارت‌های بنگاه‌های داخلی و انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه R&D همراه شود، کارساز بوده و موجب ارتقاء و توسعه فناوری می‌شود. در همین راستا سیستم تولید ابری یکی از رویکردهای نوین در برون‌سپاری فعالیت‌های صنایع در این تحقیق معرفی شد. به‌طور کلی طبق موارد بیان‌شده در این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که برون‌سپاری فعالیت‌های تولیدی منجر به انعطاف‌پذیری لازم برای همگام شدن با تغییرات سریع فناوری، رهایی از پرداخت به استعدادهای کمیاب و پرهزینه و صرفه‌جویی در هزینه‌ها، تمرکز بر روی راهبردهای اصلی شرکت، از بین بردن مشکلات و مسائل فاقد ارزش روزمره، صرفه‌جویی در هزینه‌های فناوری، افزایش کیفیت سیستم‌های اطلاعاتی، افزایش دسترسی به فناوری‌های جدید، کاهش ریسک‌ها، دستیابی به بهترین متخصصان و کارشناسان، بهره‌گیری از پیشرفته‌ترین تجهیزات تولیدی بدون نیاز به خرید آن‌ها، امکان تأمین خدمات با تعداد بسیار بیشتری از ارائه‌دهندگان، افزایش کیفیت محصولات و خدمات، افزایش بهره‌وری، جهانی‌شدن، به‌روزرسانی محصولات و سطوح خدمت‌رسانی می‌شود.

ازجمله موارد مهم در استقرار سیستم تولید ابری طراحی یک چهارچوب نظام‌مند از کلیه بخش‌ها و فرایندهای سازمانی است. به این دلیل که طراحی غیراصولی می‌تواند هزینه‌های بسیاری را بر پیکره سازمان وارد نماید. به همین دلیل به‌کارگیری یک تکنیک طراحی کارا در طراحی فرایندها و ساختارهای سیستم تولیدی امری ضروری است. با استفاده از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات عناصر سیستم از کل به جز شکسته و روابط بین اجزاء سیستم شناسایی می‌شوند. استفاده از اصل استقلال به‌عنوان ابزاری قوی در تحلیل مسائل و درک سریع اجزاء سیستم و استفاده از بدیهه اطلاعات به‌عنوان ابزاری برای تعیین احتمال دستیابی پارامترهای مستقل به تابع هدف موجب می‌شود سیستم موردنظر به بهترین نحو ممکن طراحی گردد. در این تحقیق با تعیین درجه تأثیرپذیری پارامترهای طراحی (DP) بر روی نیازهای عملکردی (FR) تجزیه و تحلیل دقیقی بر روی درجه تحقق اهداف استقرار سیستم تولیدی انجام شد. شکل سیستمی طراحی‌شده بر مبنای تکنیک مبتنی بر بدیهیات نشان‌دهنده این است که در سطح صفر هدف استقرار سیستم تولید ابری (FR0) است. این امر منوط به استقرار زیرساخت ابری (DP01)، سرویس پلتفرم (DP02)، سرویس نرم‌افزار (DP03) و سرویس سخت‌افزار (DP04) است. استقرار هر یک از چهار سرویس مذکور با هدف خاصی در استقرار سیستم یکپارچه تولیدی انجام می‌شود. استقرار زیرساخت ابری با هدف ایجاد و پی‌ریزی ساختارهای سازمان (FR1)، استقرار سرویس پلتفرم با هدف انجام فرایندهای موردنیاز شرکت (FR2)، استقرار سرویس نرم‌افزاری با هدف اجرای برنامه‌ها و اپلیکیشن‌های نرم‌افزاری (FR3) و استقرار سرویس

سخت‌افزایی با هدف انجام فعالیت‌های عملیاتی (FR4) ایجاد می‌شود. به همین ترتیب، در سایر سطوح طبق شکل (۳-۳)، بر اساس شکستن زیگزاگی این اصول رعایت شده است.

با توجه به برون‌سپاری فعالیت‌ها در اجزای ساختار سیستم تولید ابری و واگذاری آن‌ها به شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات، تأمین‌کنندگان پس از شناسایی از طریق منابع اینترنتی، اطلاعات مشاغل و سازمان‌ها توسط رویکرد فازی تردیدی موردسنجش و ارزیابی قرار گرفتند. بدین ترتیب که ابتدا لیست جامعی از کلیه تأمین‌کنندگان تهیه شد. پس از تهیه لیست تأمین‌کنندگان، نام تولیدکننده E به علت عدم آگاهی مدیران شرکت آلفا با نحوه فعالیت این شرکت و همچنین نام تولیدکننده F به علت عدم تولید بدنه موردنظر شرکت آلفا از بین تأمین‌کنندگان حذف و نام چهار تولیدکننده A، B، C و D به‌عنوان تأمین‌کنندگان نهایی که انتخاب آن‌ها با توجه به شاخص‌های مختلف برای مدیران شرکت مبهم بود برای ارزیابی انتخاب شد. پس از شناسایی تأمین‌کنندگان، شاخص‌های کلی به‌منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان از طریق منابع کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان شناسایی شدند که از بین ۲۵ شاخص کلی ۱۰ شاخص شامل خدمات پس از فروش، جایگاه و اعتبار برند، قیمت، سیستم ارتباطی، سابقه عملکرد، تحویل به‌موقع، کیفیت آلیاژ ورق، کیفیت ساخت بدنه، کیفیت طراحی ظاهری، کیفیت ضخامت ورق بر اساس نمره دهی خبرگان به شاخص‌ها با پرسشنامه روش بسط مقیاس امتیازدهی ۱۱ نقطه‌ای فازی انتخاب شدند. پس از استخراج شاخص‌ها، کلیه شاخص‌های منتخب از طریق تکنیک AHP فازی وزن دهی شدند. پس از وزن دهی شاخص‌ها ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل شده و تأمین‌کنندگان با روش فازی تردیدی رتبه‌بندی شدند. که به ترتیب تأمین‌کننده C، A، B و سپس D برای تأمین بدنه کولر اولویت‌بندی شدند. همچنین با توجه به حجم پیچیده محاسبات و عدم امکان محاسبات دستی از نرم‌افزار گرس‌هاپر به‌منظور محاسبه اعداد حاصل از عمل‌گرایی فازی تردیدی استفاده شد.

۳-۵ پیشنهادها

۱-۳-۵ تحقیقات کاربردی

- ۱- به صاحبان صنایع بزرگ و با برند معتبر توصیه می‌شود از رویکرد سیستم تولید ابری به‌منظور واگذاری فعالیت‌های هزینه‌بر و بدون ایجاد ارزش‌افزوده استفاده نموده و تمرکز خود را بر روی فعالیت‌ها و راهبردهای اصلی سازمان نمایند
- ۲- به صاحبان کسب‌وکار تولیدی توصیه می‌شود از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات با توجه به دو بدیهه استقلال و اطلاعات به‌منظور طراحی کلیه ساختار و فرایندهای تولیدی خود استفاده نمایند.

۳- به صاحبان کسب و کاری که بخشی از فعالیت‌های خود را برون‌سپاری می‌نمایند توصیه می‌شود از تکنیک‌ها و رویکردهای فازی به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان خود استفاده کنند.

۲-۳-۵ پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی

- ۱- با توجه به رویکرد برون‌سپاری فعالیت‌های سیستم تولیدی، پیشنهاد می‌شود محققان تجزیه و تحلیل هزینه-منفعت برون‌سپاری فعالیت‌ها به تأمین‌کنندگان و ارائه‌دهندگان خدمات انجام دهند.
- ۲- در این تحقیق کلیه تأمین‌کنندگان بدنه کولر مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفتند. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی سایر ارائه‌دهندگان خدمات مورد نیاز سازمان مانند بخش مدیریت ارتباط با مشتری، بازاریابی، طراحی محصول، برنامه‌ریزی تولید، کنترل موجودی و ... مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرند
- ۳- رویکرد طراحی و تولید ابری (CBDM) ارتباط بسیار نزدیکی با طراحی کارخانه مجازی و کارخانه هوشمند دارد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی محققان به طراحی کارخانه هوشمند از طریق رویکرد طراحی و تولید ابری بپردازند.
- ۴- با توجه به جدید بودن رویکرد سیستم تولید ابری، پیشنهاد می‌شود محققان به مقایسه این سیستم تولیدی با سایر سیستم‌های تولیدی مانند تولید ناب، سیستم تولید هولونیک، بیونیک، سیستم تولید سرو، سیستم تولید مبتنی بر عامل و ... بر اساس پارامترهای مختلف بپردازند.
- ۵- پیشنهاد می‌شود تأمین‌کنندگان بدنه کولر آبی شرکت آلفا با سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری مورد سنجش قرار گرفته و نتایج آن با نتایج این تحقیق مقایسه شوند.

۴-۵ محدودیت‌های تحقیق

همه تحقیقات با محدودیت‌های زمانی و مالی مواجه بوده که این تحقیق نیز از آن مستثنا نبوده است. برخی محدودیت‌هایی که محقق در طی روند انجام کار با آن مواجه شده است عبارت‌اند از:

- ۱- با توجه به پیچیدگی به‌کارگیری پرسشنامه‌ی ، بسط ۱۱ نقطه‌ای، فازی AHP و فازی تردیدی و آشنا نبودن کارشناسان با آن، موجب شده تا محقق جلسات متعددی را جهت آشنایی ایشان با تکنیک برگزار نماید.

۲- از آنجاکه نمونه‌ی این تحقیق، کلیه مدیران شرکت آلفا را شامل می‌شد، فرایند جمع‌آوری اطلاعات زمان زیادی را به خود اختصاص داده است.

۴- عدم وجود نرم‌افزار مختص محاسبه عمل‌گراهای فازی تردیدی، دشواری‌هایی را در تجزیه و تحلیل دقیق داده‌ها موجب گردید که نگارنده مجبور به نوشتن برنامه‌ای تحت نرم‌افزار گرس هاپر برای تجزیه و تحلیل این رویکرد شد.

منابع

منابع داخلی

حافظ نیا، محمدرضا؛ مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی (تجدیدنظر اساسی با اضافات)؛ سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت) مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی؛ ویراست ۲؛ ۱۳۸۹؛ تهران.

سیف، علی اکبر (۱۳۷۵). روش‌های اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی، تهران، دوران.

شفایی تنکابنی، م، ۱۳۹۳، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، "اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر برون‌سپاری فناوری اطلاعات بر بستر رایانش ابری. مطالعه موردی: دانشگاه‌های استان سمنان". دانشگاه آزاد واحد الکترونیکی تهران.

شیخ، رضا و علی عباسی طلایی و محمد عباسی، (۱۳۹۴). طراحی چارچوبی نظام‌مند جهت تدوین کتاب‌های درسی با رویکرد تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات، فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش و نگارش کتب دانشگاهی سمت، دوره ۱۹، شماره ۳۳.

شیخ، رضا و محمود صارمی، (۱۳۸۵). طراحی مبتنی بر بدیهیات ابزاری جهت فازبندی و استقرار سیستم تولیدی، فصلنامه دانش مدیریت، سال ۱۹، شماره ۷۴، پاییز ۱۳۸۵ از صفحه ۴۷ تا ۶۹.

شیخ، رضا و نجمه مودی، (۱۳۹۳). رویکردی نوین در طراحی پرسشنامه با استفاده از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات، فصلنامه اندازه‌گیری تربیتی، سال چهارم، شماره شانزدهم، تابستان ۱۳۹۳.

عباس‌زادگان، محمدرضا و احمدرضا فتوت، (۱۳۸۱). کاربرد پایایی و روایی در پژوهش، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، تهران.

عباسی طلائی، ع، شیخ، ر، عباسی، محمد، طهماسبی، مینا. (۱۳۹۳)، " تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات به عنوان ابزاری نوین در طراحی سیستم"، کنفرانس بین المللی ابزارها و تکنیک های مدیریت، دانشگاه تهران، تهران.

عباسی، م، شیخ، ر، عباسی طلائی، ع. (۱۳۹۳)، " نظام مند کردن تفکر مدیران در مواجهه با جنگلی از تکنیک ها و ابزارهای مدیریتی با رویکرد طراحی مبتنی بر بدیهیات"، کنفرانس بین المللی ابزارها و تکنیک های مدیریت، دانشگاه تهران، تهران.

قاسمیه، ر، سلیمی فرد، خ، دسترنج، م. (۱۳۹۱)، "مروری بر کاربردهای روش طراحی مبتنی بر بدیهیات"، نخستین همایش ملی علوم مدیریت نوین، گرگان.

محمد مرادی، ا، اختر کاوان، م، (۱۳۸۸). روش شناسی مدل های تحلیل تصمیم گیری چند معیاره، مجله آرمان شهر، شماره ۲، ص ۱۱۳-۱۲۵.

منابع خارجی

Atanassov, K. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011486800343>

Balcet, G., & Enrietti, A. (2002). The impact of focused globalisation in the Italian automotive industry. *Journal of Interdisciplinary Economics*. Retrieved from http://www.econ.uniurb.it/zanfei/convegno/papers/balcet_enrietti.pdf

Camuffo, A., & Volpato, G. (1999). Global sourcing in the automotive supply chain: the case of Fiat Auto "Project 178" world car. *International Motor Vehicle Program*, Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Arnaldo_Camuffo/publication/37592467_Global_sourcing_in_the_automotive_supply_chain_The_case_of_Fiat_Auto_project_178_world_car/links/0912f506178c8c1a52000000.pdf

Chen, N., Xu, Z., & Xia, M. (2013). Correlation coefficients of hesitant fuzzy sets and their applications to clustering analysis. *Applied Mathematical Modelling*.

Retrieved from

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X12002624>

Chen, S., & Hwang, C. (1992). *Fuzzy multiple attribute decision making methods*.

Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-46768-4_5

Dubois, D., & Prade, H. (1980). *Fuzzy sets and systems: theory and applications*.

Retrieved from

[https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=JmjfHUUtMkMC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Dubois,+D.,+Prade,+H.:+Fuzzy+sets+and+systems:+theory+and+applications.+Academic+Press,+New+York+\(1980\)&ots=jN9-OyJiug&sig=1TGugD0tNiEhn1M3nIRBaxEvJSg](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=JmjfHUUtMkMC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Dubois,+D.,+Prade,+H.:+Fuzzy+sets+and+systems:+theory+and+applications.+Academic+Press,+New+York+(1980)&ots=jN9-OyJiug&sig=1TGugD0tNiEhn1M3nIRBaxEvJSg)

ElMaraghy, H. (2005). Flexible and reconfigurable manufacturing systems paradigms.

International Journal of Flexible Manufacturing Systems. Retrieved from

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10696-006-9028-7>

Gadea, C., & Solomon, B. (2011). A collaborative cloud-based multimedia sharing platform for social networking environments. ... *and Networks (ICCCN)*

Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6006079

Golafshani, N. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The*

Qualitative Report. Retrieved from <http://nsuworks.nova.edu/tqr/vol8/iss4/6/>

Gwin, C., & Gwin, C. (2003). Product attributes model: A tool for evaluating brand positioning. *Journal of Marketing Theory and Practice*. Retrieved from

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10696679.2003.11658494>

Hayes, R., & Wheelwright, S. (1984). Restoring our competitive edge: competing through manufacturing. Retrieved from

<http://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=47196>

Hof, R. (2006). Jeff Bezos' risky bet. *Business Week*. Retrieved from

https://scholar.google.com/scholar?q=Hof%2C+R.D.%2C+Jeff+Bezos%E2%80%99+Risky+Bet%2C+2006&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5#0

Hong-Xing Li (1995) "Fuzzy Sets and Fuzzy Decision-making" Publisher: CRC- Press;

1st edition.

- Howard, R. (1984). 2005. Influence diagrams. RA Howard, JE Matheson, eds. ... *on the Principles and Applications of Decision* Retrieved from https://scholar.google.com/scholar?q=Howard+R.A.+%26+Matheson+J.E.+%281984%29.+%E2%80%9CInfluence+Diagrams.+In%3A&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5#0
- Hu, S., Ko, J., Weyand, L., & ElMaraghy, H. (2011). Assembly system design and operations for product variety. *CIRP Annals-* Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000785061100206X>
- Johnstone, R., & Kurtzhaltz, J. (1984). Flexible manufacturing system. *US Patent 4,472,783*. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US4472783>
- Joint, A., Baker, E., & Eccles, E. (2009). Hey, you, get off of that cloud? *Computer Law & Security Review*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267364909000570>
- Kambil, A. (2009). A head in the clouds. *Journal of Business Strategy*. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/02756660910972677>
- Koren, Y., Heisel, U., Jovane, F., Moriwaki, T., Pritschow, G., Ulsoy, G., & Van Brussel, H. (1999). Reconfigurable manufacturing systems. ... *Annals-Manufacturing* Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850607632326>
- Kulak, O., Cebi, S., & Kahraman, C. (2010). Applications of axiomatic design principles: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6705–6717. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.03.061>
- Liao, H., & Xu, Z. (2014). Satisfaction degree based interactive decision making under hesitant fuzzy environment with incomplete weights. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and* Retrieved from <http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218488514500275>
- Lohr, S. (2007). Google and IBM join in “cloud computing” research. *New York Times*. Retrieved from http://extrememediastudies.org/extreme_media/4_reading/pdf/CloudComputing_tmes.pdf

- Maturana, F., Shen, W., & Norrie, D. (1999). MetaMorph: an adaptive agent-based architecture for intelligent manufacturing. *International Journal of ...* Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/002075499190699>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. Retrieved from <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf>
- Miyamoto, S. (2000). Multisets and fuzzy multisets. *Soft Computing and Human-Centered Machines*. Retrieved from http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-4-431-67907-3_2.pdf
- Miyamoto, S. (2005). Remarks on basics of fuzzy sets and fuzzy multisets. *Fuzzy Sets and Systems*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011405002903>
- Monostori, L., Váncza, J., & Kumara, S. (2006). Agent-based systems for manufacturing. ... *Annals-Manufacturing Technology*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1660277306000053>
- PAIVA, E. (2008). Skinner, W. 1969. Manufacturing-Missing Link in the Corporate Strategy. *Harvard Business Review*, 47 (3): 136-145. *Revista Base (Administração E Contabilidade) Da ...* Retrieved from <http://www.revistas.unisinos.br/index.php/base/article/view/5177/2425>
- Palma, A. De, & Prigent, J. (2008). Utilitarianism and fairness in portfolio positioning. *Journal of Banking & Finance*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378426607003925>
- Peterson, G., & Sheno, S. (Eds.). (2011). *Advances in Digital Forensics VII* (Vol. 361). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-24212-0>
- Saaty T.L., Vergas L.G. (2006) “Decision Making with The analytic Network Process Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks” Springer Publications.
- Schaefer, D. (2014). Product Development in the Socio-sphere. Retrieved from <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-07404-7.pdf>

- Schurr, A. (2008). Keep an eye on Cloud Computing. *Network World, July*. Retrieved from
[https://scholar.google.com/scholar?q=Amy+Schurr,\"Keep+an+eye+on+cloud+computing:+Cloud+Computing+Confusion+Leads+to+Opportunity\",+2008,+http://www.networkworld.com/newsletters/itlead/2008/070708itlead1.html.&btnG=&hl=](https://scholar.google.com/scholar?q=Amy+Schurr,\)
- Shen, W., Hao, Q., Yoon, H., & Norrie, D. (2006). Applications of agent-based systems in intelligent manufacturing: An updated review. *Advanced Engineering ...*
 Retrieved from
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034606000292>
- Shen, W., & Norrie, D. (1999). Agent-based systems for intelligent manufacturing: a state-of-the-art survey. *Knowledge and Information Systems*. Retrieved from
<http://link.springer.com/article/10.1007/BF03325096>
- Sugimori, Y., & Kusunoki, K. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *The International Journal ...* Retrieved from
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207547708943149>
- Suh, N. (1990). *The principles of design*. Retrieved from
http://www.maelabs.ucsd.edu/mae156/A_New/Resources/Design-Process/Axiomatic_Design/Axiomatic_Text_Excerpts.pdf
- Tolio, T., Ceglarek, D., & ElMaraghy, H. (2010). SPECIES—Co-evolution of products, processes and production systems. *CIRP Annals- ...* Retrieved from
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850610001952>
- Torra, V. (2010). Hesitant fuzzy sets. *International Journal of Intelligent Systems*. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/int.20418/abstract>
- Torra, V., & Narukawa, Y. (2009). On hesitant fuzzy sets and decision. ... 2009. *IEEE International Conference on*. Retrieved from
http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5276884
- Turban, E. (1990). *Decision support and expert systems: management support systems*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=542112>

- Tzeng, G., & Huang, J. (2011). *Multiple attribute decision making: methods and applications*. Retrieved from https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=_C7n1ar4f8IC&oi=fnd&pg=PP1&dq=+Multiple+Attribute+Decision+Making:Methods+and+applications%22&ots=5flqEY5_rM&sig=tYhZVx2TlcCqvEblNuha0MxvgDU
- Wang, L., Shen, W., & Lang, S. (2004). Wise-ShopFloor: A Web-Based and Sensor-Driven e-Shop Floor*. *Journal of ...*. Retrieved from <http://computingengineering.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=1399911>
- Westphall, C. (2012). Environments, services and network management for green clouds. *IARIA GLOBENET*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Westphall/publication/256456890_Environments_Services_and_Network_Management_for_Green_Clouds_\(Keynote_Speech\)/links/00463522c59943fbc3000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Westphall/publication/256456890_Environments_Services_and_Network_Management_for_Green_Clouds_(Keynote_Speech)/links/00463522c59943fbc3000000.pdf)
- Wu, D. (2014). CLOUD-BASED DESIGN AND MANUFACTURING : A NETWORK PERSPECTIVE The Academic Faculty Dazhong Wu In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the School of Mechanical Engineering Georgia Institute of Technology December 20, (December).
- Wu, D., & Greer, M. (2013). Cloud manufacturing: drivers, current status, and future trends. ... *with the 41st ...*. Retrieved from <http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/proceeding.aspx?articleid=1787092>
- Wu, D., Greer, M., Rosen, D., & Schaefer, D. (2013). Cloud manufacturing: Strategic vision and state-of-the-art. *J. Manuf. Syst.*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Dazhong_Wu/publication/236671408_Cloud_manufacturing_strategic_vision_and_state-of-the-art._J_Manuf_Syst/links/00463518d3d5a523bc000000.pdf
- Wu, D., & Morlock, M. (2013). Incorporating Social Product Development in Distributed Collaborative Design Education. *ASME 2013 ...*. Retrieved from <http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/proceeding.aspx?articleid=1830>

- Wu, D., Rosen, D., & Schaefer, D. (2014). Cloud-based design and manufacturing: status and promise. *Cloud-Based Design and Manufacturing* (.... Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-07398-9_1
- Wu, D., Rosen, D., Wang, L., & Schaefer, D. (2014). Cloud-Based Manufacturing: Old Wine in New Bottles? *Procedia CIRP*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114002674>
- Wu, D., Schaefer, D., & Rosen, D. (2013). Cloud-based design and manufacturing systems: a social network analysis. *International Conference on* Retrieved from <http://opus.bath.ac.uk/46127/>
- Xia, M., & Xu, Z. (2011). Hesitant fuzzy information aggregation in decision making. *International Journal of Approximate Reasoning*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0888613X10001246>
- Xu, X. (2012). From cloud computing to cloud manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736584511000949>
- Xu, Z. (2014). *Studies in Fuzziness and Soft Computing Hesitant Fuzzy Sets Theory*. (KacprzykJanusz, Ed.). Sichuang: Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. Retrieved from <http://www.springer.com/series/2941>
- Yager, R. (1986). On the theory of bags. *International Journal of General System*. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03081078608934952>
- Yeo, C., Venugopal, S., Chu, X., & Buyya, R. (2010). Autonomic metered pricing for a utility computing service. *Future Generation Computer* Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X09000740>
- Yoon, K., & Hwang, C. (1995). Multiple Attribute Decision Making: An Introduction (Quantitative Applications in the Social Sciences). 1995. ... , *Thousand Oaks, California*. Retrieved from [https://scholar.google.com/scholar?q=Yoon+K.P.+%26+Hwang+C.L.+%281995%29.+%E2%80%9CMultiple+Attribute+Decision+Making%3A+an+Introduction%](https://scholar.google.com/scholar?q=Yoon+K.P.+%26+Hwang+C.L.+%281995%29.+%E2%80%9CMultiple+Attribute+Decision+Making%3A+an+Introduction%29)

E2%80%9D%2C+Thousand+Oaks.+CA.&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5#1

Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*. Retrieved from
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001999586590241X>

Zhang, L., Luo, Y., Tao, F., & Li, B. (2014). Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm. *Enterprise Information ...*. Retrieved from
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17517575.2012.683812>

Zhu, B., Xu, Z., & Xia, M. (2012). Dual hesitant fuzzy sets. *Journal of Applied Mathematics*. Retrieved from
<http://www.hindawi.com/journals/jam/2012/879629/abs/>

Abstract

(CBDM) Cloud-Based Design and Manufacturing is one of the latest approaches to outsourcing in today's manufacturing companies in the industries of Europe and America in recent years, which has been resulted in improved scheduling algorithms, resource allocation, production line balancing, reducing tolerance of failure, improved production control, quality management and so on. Success or failure in the implementation of production systems depends greatly on the correct design of the structures. Designing processes of many organizations are based solely on the iterative process of trial and error which has a very low reliability in identifying performance targets, need and select the best solution to achieve the goals. This study uses design technique based on axioms to design the structure of a system for creating cloud. Using two principles of independence and information axioms makes that the conducted design consists of high validity has and takes precedence over other techniques. After designing the overall structures of the production system cloud based on axiomatic design, it must run processes in all sectors due to the approach of outsourcing of tasks in the cloud production system and delegating many needed tasks of industries to suppliers of raw materials and service providers, it is considered as one of the most important decisions of the evaluation and ranking of massive amounts of suppliers. With regard to the environment of uncertainty and role of managers in decision-making and different opinions in terms of ambiguity and uncertainty, in this study, a new approach to decision-making hesitant fuzzy is used in such an environment. Manufacturing company studied in this research, is household appliance company (Alpha (α)) that all the parts and systems in the context of cloud computing which all the parts and systems in the context of cloud computing through design technique is designed based on axioms And then a hesitate fuzzy approach to the evaluation and ranking of providers on one of the organization's productive sectors is discussed.

Key words: cloud computing, Cloud-Based Design and Manufacturing, axiomatic design, hesitant fuzzy



Shahrood University of Technology

Faculty of industrial engineering and management

**Designing and Evaluating a Cloud-Based Manufacturing
System using Axiomatic Design and Hesitant Fuzzy
Approaches**

Ali Abbasi Talaei

Supervisor:

Dr Reza Sheikh

February 2016