مجله دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان
سال هفدهم، شماره 3 (پاییز 1384)

ارایه مدل ریاضی جهت فازبندی استقرار سیستم تولیدی با استفاده از طراحی مبتنی بر بدیهیات

محمود صارمی [*] - رضا شیخ [**]

چکیده

بسیاری ازکشورهای توسعه یافته و در حال توسعه جهت حضورموفق در عرصه رقابت جهانی سعی می کنند تا صنایع خود را با استفاده از سیستم های تولیدی خاص مورد حمایت قرار دهند. انجام چنین کاری منوط به شناخت کافی ازعناصر و روابط موجود در سیستم تولیدی مورد نظرمی باشد. بر خلاف سیستم های ساده مکانیکی ؛ گستردگی و دخالت عامل انسانی در سیستم های پیچیده تولیدی و اجتماعی موجب گردیده تا شناسایی اجزا و تعیین تقدم و تاخر روابط بین عناصر مشکل گردد.

طراحی مناسب و زمانبندی معتبر سیستم تولیدی از مهم ترین فاکتورهای تصمیم گیری عقلایی محسوب می شود. از علل اصلی ایجاد طراحی نامناسب و سیستم زمانبندی نا کارا ؛ شناخت نا کافی نسبت به سیستم و روابط بین اجزا آن می باشد.طراحی مبتنی بر بدیهیات یکی از ابزارهای بسیار مفیدی می باشد که در طراحی انواع سیستمها از جمله طراحی و فازبندی سیستمهای تولیدی مورد استفاده قرار می گیرد.از آنجا که در طراحی مبتنی بر بدیهیات از دو اصل بدیهی استقلال و اطلاعات استفاده می شود طراحی صورت گرفته از اعتبار بالایی برخوردار بوده و نسبت به سایر تکنیکها ارجحیت دارد.

---

[*] عضو هیأت علمی دانشگاه تهران
[**] دانشجوی دوره دکتری دانشگاه تهران

در این مقاله با استفاده از تکنیکهای موجود در طراحی مبتنی بر بدیهیات ؛عناصروروابط بین اجزا سیستم شناسایی و بر اساس اصول بدیهی ؛سیستم مورد نظر طراحی گردیده است. از نوآوریهای این مقاله داشتن رویکردی تحلیلی بر طراحی سیستم با استفاده از اصول بدیهی و مدلسازی چند لایه ای جهت زمانبندی معتبر و معرفی تکنیکهایی برای تسهیل سنجش اصول مطروحه در طراحی سیستم مورد نظر می باشد.هم چنین در این مقاله مدل ریاضی جهت زمانبندی استقرار یک سیستم ارایه گردیده که ضمن تعیین زمان انجام هر فعالیت؛ اهداف و عناصر مربوط به آن را با توجه به محدودیتهای موجود فازبندی و زمانبندی می نماید.

واژه های کلیدی: طراحی مبتنی بر بدیهیات[1]، نیازهای عملکردی[2]، پارامترهای طراحی[3]، فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی[4]

Faculty of Admin. Sciences & Econ. Journal,

University of Isfahan.

Vol.17, No3 , 2005

The Presentation of a Mathematical Model for Scheduling the Implementation of Production System Designed by Axiomatic Design

Ph.D.[*]M. Saremi,

[**]R. Sheikh

Abstract

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Axiomatic design
2. functional requirement
3. design parameter
4. analytic hierarchy process(AHP)
8. fractal system
9. holonic system

[*]Assistant Professor of Management, University of Tehran

[**]Ph.D. Candidate for Management, University of Tehran

Many developed and developing countries try to support their industries through special production systems. This support requires due knowledge of the elements and relations in the system.

Axiomatic design is one the effective tools used in designing systems which has a high reliability and validity.

In this paper, we introduce applied axiomatic design-partitioning algorithms (AHP) and then apply it for scheduling the system. Also, a mathematical model is proposed for timing the system.

Keywords: Axiomatic design, Functional requirement, Design parameters, Analytic Hierarchy Process (AHP)

مقدمه

تغییر پذیری جزو ماهیت و لاینفک محیط است.فرهنگ؛نگرش؛توقعات و نیازهای افراد در تعامل با یکدیگر تحت تاثیر قرارگرفته و تغییر می نمایند.در این راستا هر سیستمی برای بقای خود نیازمند برنامه ریزی جهت انطباق و سازگاری با این تغییرات می باشد.در عرصه رقابت جهانی سازمانها و صنایعی دوام خواهند آورد که ضمن شناسایی توقعات و نیازهای جدید؛بهترین طراحی را جهت تحقق آنها داشته و زمانبندی معقولانه ای را انجام دهند.چنانچه ضامن بقا و حفظ صنایع تولیدی ؛متدلوژیهایی است که آنها را حمایت می کند.امروزه کشور ژاپن با استفاده از سیستم تولیدی ناب[1] و بایو نیک[2]؛آمریکا با بهره گیری از سیستم تولیدی چابک[3] ؛آلمان با استفاده از سیستم تولیدی فرکتال[8] و هولونیک[9] توانسته اند از صنایع خود حمایت نمایند.کشورهای در حال توسعه نیز با الگو برداری از سیستم های تولیدی ؛زمینه رشد و حفظ صنایع خود را فراهم نموده اند.

الگوبرداری از سیستم در حقیقت نوعی طراحی می باشد.از آنجا که طراحی بد هزینه های زیادی را به سازمان و جامعه تحمیل می نماید، دانشمندان آنها را جزو ضایعات بشمار می آورند لازمه طراحی مناسب؛ داشتن شناخت کامل از سیستم می باشد.سیستم متشکل از اجزاء و عناصری است که بین آنها ارتباط معناداری وجود داردو در اثر تعامل بین آنها

5. lean production system
6. bionic system
7. agility system

اهداف خاصی تحقق پیدا می نماید. در سیستم های ساده بدلیل کم بودن عناصر ؛روابط بین اجزاء بهتر قابل شناسایی می باشد. اما در ساختار سیستم های پیچیده با افزایش تعداد اجزا شناخت و تعیین اثرات ناشی از تعامل بین عناصر مشکل تر می شود

در اجرای سیستم های سازه ای؛ با تعریف انواع فعالیتهای قابل تعریف و تعیین وابستگی و زمان انجام آنها؛ عملیات فازبندی و زمان بندی صورت می پذیرد.امادراستقرار و پیاده سازی یک سیستم تولیدی همانند سیستم تولیدی ناب که پارامترهای مهمی از جمله انسان در آن دخالت دارند بایستی ازنظرات کارشناسان خبره و تکنیکهای پیشرفته استفاده نمود.

ازموانع موجود درطراحی و اجرای سیستم های اجتماعی و تولیدی این است که عناصر و اجزای آنها به سادگی قابل تعریف نبوده و تعیین نوع ارتباط و مدت زمان اجرای آنها نیزبه آسانی قابل اندازه گیری نمی باشند.

پاسخ سریع به نیازهای مشتریان؛سرعت در بهبود و توسعه کالا؛توجه به ابعاد مختلف کیفیتی لزوم طراحی مناسب ازسیستم تولیدی و اهمیت انجام چنین تحقیقی را می رساند. طراحی مبتنی بر بدیهیات یکی از مهم ترین روشهای علمی است که با استفاده از دو اصل بدیهی؛ موانع موجود درطراحی سیستم های پیچیده اجتماعی و تولیدی را مرتفع می سازد.در این تکنیک ابتدا سیستم مورد مطالعه با استفاده از اصول بدیهی تعریف شده شکسته و عناصر و اجزای آن در قالب جدید سطح بندی می گردند.

در رویکرد جدید طراحی سیستم ؛ روابط بین پارامترهای طراحی و اهداف عملکردی در ماتریس طراحی نمایش داده می شود. ارزیابی روابط موجوددر ماتریس تعریف شده بر اساس اصل بدیهی استقلال می تواند مطلوبیت سیستم طراحی شده را اندازه گیری نماید. بکارگیری طراحی مبتنی بر بدیهیات بعنوان ابزاری اساسی در طراحی سیستم و عدم وجود منبع فارسی این ضرورت را ایجاد می نمایدکه به پیشینه ادبیاتی آن بیشتر پرداخته شود.

سابقه تحقیق و مطالعات انجام گرفته

طراحی با موضوعات خلاق دیگر مانند هنر، مشترکات زیادی دارند. افراد جنبه‌های مختلف هنرهای زیبا را درک کرده اما قادر به تشریح عددی و ترکیب نهایی اجزای آنها نمی باشند.به همین منظور جهت ارایه بهترین عملکرد در برخورد با موارد مختلف به مقایسه، تقلید، تجربه، درونیابی، برونیابی، و بهینه‌سازی جزیی فرآیندها می پردازند. در این فرآیند

تصادفی، ممکن است راه‌حلهای خلاقی نیز ارایه گردد اما این راه‌حلها استثنا بوده و قانون کلی نمی باشند.برای درک فرآیند خلاق و توسعه دادن متدولوژی طراحی که فرآیند طراحی را نظام‌مند نماید، کارهای زیادی انجام شده است.

در سال 1946 روش ترایز[1] توسط آقای جنریکن آلتشولر [2]معرفی گردید. ترایز یک اصطلاح روسی و به معنای تئوری خلاقانه حل مسایل است. وی در سال 1946 با بررسی 400000 اختراع از بهترین مبتکران و با استفاده از 1263 تعارض مرسوم به طراحان کمک شایانی نمود.اصول خلاقانه پیشنهادی توسط آلتشولرشامل چهل اصل بنیادی و پنجاه اصل فرعی می باشد.

در سال 1973مکتب دبلیو-دی-کا [3]که بر روی روشهای سیستماتیک و حسابرسی مستقل جهت بهبود کارایی طراح تمرکز داشت توسط هوبکا و ادر[4]معرفی گردید.آنهااعتقاد داشتند که باکاهش معنادار یا حذف ضایعات نیروی کارگری؛زمان و مواد می توان طراحی بهتری را انجام داد.

در سال 1988 روش کلاسینگ" که پراگماتیسم و نتیجه گرابوده است توسط کلاسینگ معرفی گردید. به نظر وی نتیجه کارکرد یک تکنیک مهم تر از درک دقیق چگونگی کارکرد آن می باشد. دراین مکتب به مدلها بیشتر ازتئوریها اهمیت می دهند.

در تمامی تکنیکهای فوق از حل مسأله خاص ازروشهای سیستماتیک و الگوریتم استفاده می شود.اما فرض اصلی در طراحی مبتنی بر بدیهیات این است که مجموعه‌ای از اصول وجود دارند که طراحی خوب را مشخص می کنند.

استفاده از روش شناسی قیاسی که گاهی اوقات به روش آگزیوماتیک و گاهی به روش هندسی معروف است حاصل سیر تکاملی اندیشه بشر در طول تاریخ بوده و یکی از ارزشمندترین دستاوردهای تفکر علمی انسان محسوب می شود.

در اواخر سال 1950 و اوایل سالهای 1960 که حادثه چرنوبیل به دلیل خطای مهندسی وفاکتورهای انسانی صورت گرفته، تحصیلات مهندسی را در سردرگمی قرار داد.. نم

1. TRIZ
2. Genrikn Altshuller
3. W6DK(THE WORKSHOP DESIGN KONSTRUCTION)
4. Hubka and Eder

پی سو بعنوان مجری این تلاش جدید در دانشگاه ام آی تی تصمیم گرفت بخشی از فعالیتهای مرکز را به ایجاد پایه‌ای علمی برای طراحی و تولید از طریق رویکرد بدیهه‌گرا اختصاص دهد.نتیجه کار وی منجر به ارایه طراحی مبتنی بر بدیهیات که مشتمل بر دو اصل بدیهی می باشد گردید.

بررسیهای انجام شده بوسیله اینترنت و مطالعات کتابخانه ای نشان می دهد که دانشمندان و محققان زیادی بر روی کاربردهای طراحی مبتنی بر بدیهیات کار کرده اند. بطوری که مهم ترین آ نها عبارتند از: تحقیق آقای پرفسور گیونار سوهلنیوس[1] در سال 2000 که درمورد بهره وری؛کیفِیت و تئوری تصمیم گیری بر مبنای طراحی مبتنی بر بدیهیات می باشد.میکائیل ساهلین[2] در سال 2002یک رویه سیستماتیکی را برای اتخاذ تصمیم گیری در مهندسی هم زمان ارایه داده است.در سال 2000 آقایان پار مارتنسون[3] وگاناس فاگراستروم[4] طراحی محصول را با استفاده از طراحی مبتنی بر بدیهیات انجام داده اند.

تحقیقی نیز توسط ام.بولنت دورمیوسوگل[5] همکارانش در زمینه تغییر از تولید سنتی به تولید سلولی بر اساس طراحی مبتنی بر بدیهیات در سال 2002 انجام گرفته است.بررسی اهمیت طراحی مبتنی بر بدیهیات در آموزش دانشجویان در طراحی سیستم تولیدی توسط دیوید کاکران[6] و یانگ-سوک-کیم[7] در سال 2000 صورت پذیرفته است.

تحقیق دیگری توسط دکتر محمود هوشمند[8] و بیژن جمشیدنژاد[9] در مورد طراحی مفهومی سیستمهای تولیدی ناب از طریق طراحی مبتنی بر بدیهیات انجام شده است.(2002)

دانشمندان نیز در طی برگزاری سه کنفرانس بین المللی مقالاتی را در مورد تکنیک و کاربرد طراحی مبتنی بر بدیهیات ارایه داده اند که در سایت دانشگاه ام .آی .تی موجود می باشد.بررسیهایی انجام شده نشان می دهد که تحقیق در مورد فازبندی و زمانبندی استقرار سیستم بر اساس طراحی مبتنی بر بدیهیات جدید وبدیع بوده وتا کنون درمورد آن تحقیقی صورت نگرفته است.

---

1. Gunnar Sohlenius
2. Michael Sahlin
3. Par Martensson
4. Ganas Fagerstrom
5. M. bulent Durmusogle
6. David s Cochran
7. Yong-Suk Kim
8. Mahmoud Housmand
9. Bizhan Jamshidnezhad

از یافته های تحقیق انجام گرفته این است که جهت تسهیل سنجش اصول مطروحه در طراحی سیستم تکنیکهائی معرفی وارایه شده است.این تکنیکها نوع رابطه بین پارامترهای طراحی و نیازهای عملکردی را از حالت صفر ویک به اعداد بین صفر و یک تبدیل می نمایند. با تعیین درجه تاثیرپذیری پارامترهای طراحی بر روی نیازهای عملکردی می توان تجزیه و تحلیلی دقیقی را بر روی درجه تحقق اهداف در هر زمان داشت. بکارگیری دو اصل بدیهی و نگرش چند لایه ای در مدلسازی باعث می شود تا در طراحی شبکه رویکرد تحلیلی داشته و با **بهره گیري** از اصول بدیهی در طراحی سیستم موجب می شودتا مدل ریاضی ارایه شده جهت زمانبندی استقرار سیستم از اعتبار بالایی برخوردار باشد.

طراحی مبتنی بر بدیهیات و استفاده از آن در طراحی سیستم

طراحی بعنوان یک تعامل پیوسته بین آنچه که خواهان رسیدن به آن بوده و نحوه دستیابی به آن تعریف می شود.طراحی یکی از چالشهای هوشمندانه در قرن بیست و یکم است و با توجه به اینکه در حوزه طراحی تجربه بسیار مهم تر از تحصیلات رسمی می باشد دانشمندان در پی آن می باشند که آموزش طراحی را بصورت علمی در آورده و مبنایی را جهت تمیز و شناسایی طرحهای خوب و بد در دست داشته باشند.

نم.پی.سو بنیانگذار طراحی مبتنی بر بدیهیات از دانشگاه ام.آی.تی اهداف اساسی طراحی مبتنی بر بدیهیات را ایجاد یک علم برای طراحی و یک تئوری بنیادی بر مبنای فرآیندهای سیستماتیک بیان نمود. طراحی مبتنی بر بدیهیات ؛ متدولوژی است که ساختاری را برای فرآیند طراحی فراهم می آورد و از تحقق واقعی اهداف طراحی اطمینان می دهد.در طراحی یک سیستم بر مبنای طراحی مبتنی بر بدیهیات بایستی پروژه را در چهارحوزه مورد تجزیه و تحلیل قرار داد:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1- حوزه مشتریان:[1] در این حوزه نیازهای مشتریان یا ویژگیهای آنها مشخص می گردد.

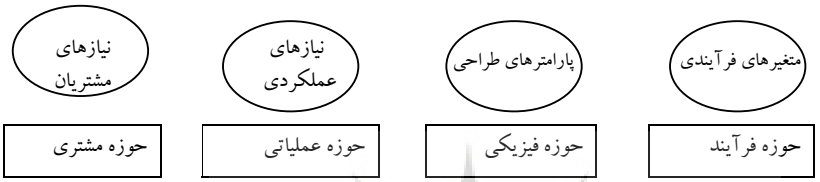
1. Customer domain 6. Zigzagging

2- حوزه عملکردی[1] :در این حوزه سوال " طرح بایستی به چه چیزی برسد؟یا تعریف تابع هدف چیست ؟ مطرح می شود.

3- حوزه فیزیکی[2] : پارامترهای طراحی که موجب ارضای تابع هدف تعریف شده می شوند در حوزه عملکردی تعیین می گردند.

4- حوزه فرآیندی[3]: متغیرهای فرآیندی همان متغیرهای تصمیم هستند که با بهینه یابی آنها تابع هدف بهینه می گردد.

شکل شماره 1- نگاشت چهار قلمرو تصمیم گیری

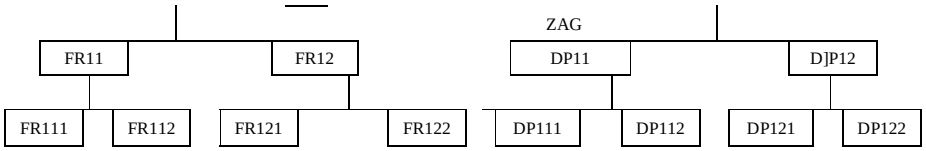


در طراحی یک سیستم پیچیده تولیدی همانند سیستم تولیدی ناب؛ نیاز مشتریان در حوزه مشتریان مورد توجه قرار می گیرد.مهم ترین نیاز مشتریان خارجی عبارتند از: بهای تمام شده کمتر؛تنوع بیشتر؛کیفیت بالاتر؛زمان تاخیر کمتر ...و مهم ترین نیاز مشتریان داخلی از جمله کارکنان و مدیران ضایعات کمتر؛کاغذ بازی کمتر؛دوباره کاری کمتر ؛انگیزش و رضایت شغلی بیشتر و... است..

از طریق فرآیند شکستن[4] هر پارامتر(پارامتر شروع مربوط به رسالت شرکت می باشد)به نیازهای عملکردی فرعی مرتبط با پارامترهای طراحی شکسته می شود. معروفترین تکنیک شکستن فرآیند؛شکستن زیگ –زاگی[6] است که از بالاترین سطح تا سطوح پایین تر انجام می شود.)

شکل(2-5)-شکستن سلسله مراتبی زیگ-زاگی

2. Functional domain
3. Physical domain
4. Process variable
5. Decomposition



دیدگاه چند لایه ای در طراحی مدل

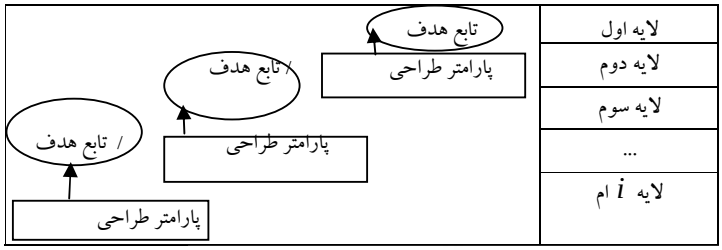
مهم ترین وظیفه در بهینه سازی مسایل ؛درک واقعی مشکلا ت و مدلسازی آنها در قالب نماد ریاضی است .در این رابطه انسان تنها موجودی است که قادر به مدلسازی مسایل و مشکلات می باشد. بدلیل افزایش حجم متغیرهای تصمیم و محدودیتهای مسأله در سیستمهای پیچیده و بزرگ موجب می شود تا مدلسازی دشوار و غیر ممکن شده و در بهینه سازی آنها نیز با مشکلاتی مواجه شویم. یکی از مشکلات موجود این است که اندازه گیری و ردیابی اثر تغییرات متغیرها بر روی تابع هدف بسادگی امکان پذیر نمی باشد.

در مدلسازی تک لایه ای نقطه بهینه بر اساس پارامترهای مسأله تعیین می شود.اما عملا محقق می تواندضمن پیدا کردن نقطه بهینه مسأله ؛بدنبال بهینه کردن پارامترهای مدل نیز باشد.هر چه مدل ساخته شده شرح دقیق تری از واقعیت را بدهد موجب می شود تا نتیجه جواب قابل اعتماد تر بوده و بهینه واقعی تری را فراهم نماید. مدلسازی تک لایه ای مدلهایی هستند که در آن چندین محدودیت بنحو مستقیم بر روی تابع هدف اثر می گذارند.در این نوع مدلسازی بر حسب درجه پیچیدگی مساله تنها تعداد محدودیتها و متغیرهای آن افزایش می یابد.

در کنترل پروژه سیستم به صورت تک لایه در نظر گرفته شده و با بزرگ شدن پروژه امکان چشم پوشی از بعضی محدودیتها وجود خواهد داشت.از طرفی در کنترل پروژه مدت زمان تکمیل پروژه تابعی از زمان انجام فعالیتهای مختلف محسوب می شود در صورتی که این زمان می تواند تابعی از عوامل دیگری در لایه های زیرین باشدکه بهبود و بهینه گردد. لازمه بهینه یابی جامع سیستم،بهینه سازی لایه هاو پارامترهای آن است.بهینه سازی لایه های سیستم می تواند بوسیله مدلهای مختلفی از جمله مدلهای غیر خطی،عدد صحیح،برنامه ریزی پویا و غیره صورت پذیرد.

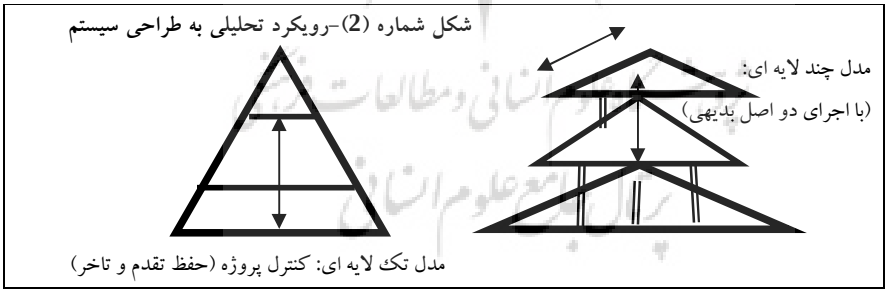
مدلسازی چند لایه ای

با توجه به نا کارآمدی مدلسازی تک لایه ای در مسایل بزرگ ؛ضرورت دارد تا مسأله را بر اساس طراحی مبتنی بر بدیهیات به چندین سطح و لایه شکسته شده ومدل متناسب هر لایه طراحی گردد.مدلسازی چند لایه ای شامل مدلهایی هستند که هر لایه(i ام) بعنوان تابع هدف لایه های زیرین($i+1$) و محدودیت لایه های فوقانی($i-1$) محسوب می شوند.



در طراحی مبتنی بر بدیهیات بر اساس نگرش چند لایه ای و با استفاده از دو اصل بدیهی سیستم را طراحی می کنند. اما در کنترل پروژه ؛ شکستن و چیدمان اجزا فقط بر اساس رعایت رابطه تقدم و تاخر فعالیتها وبدون توجه داشتن به اصول بدیهی در انتخاب ابزار و تابع هدف و با نگرش تک لایه ای انجام می پذیرد. اصول بدیهی موجود در طراحی مبتنی بر بدیهیات در حقیقت نگرش و رویکرد تحلیلی را در افراد و طراحان ایجاد می کند که بتوانند بهترین تابع هدف وپارامتر طراحی را انتخاب کنند. رعایت اصول بدیهی موجب می شود تاامکان نادیده گرفتن فعالیتها به حداقل ممکن رسیده و نوع روابط بین اجزا براحتی قابل مشاهده و تعریف باشد.

شکل شماره (2)-رویکرد تحلیلی به طراحی سیستم



در طراحی سیستم ازدو اصل بدیهی[1] استفاده می شود.

اصل اول:اصل استقلال:[2]

اصل استقلال اشاره به این نکته دارد که در طول فرآیند طراحی، همانطور که از FRها در قلمرو عملکردی به DPها در قلمرو فیزیکی حرکت می‌کنیم، ارتباط بین FRها و DPها باید به گونه‌ای باشد که انحرافی کوچک در یک DP خاص تنها بر FR مربوط به آن تاثیر داشته باشد. به عبارت دیگر می توان بیان داشت که:

اول طراحی بهینه ای صورت گیرد که در آن استقلال FRها لحاظ شده باشد.

دوم در طرح قابل قبول DPها و FRها به گونه‌ای با هم در ارتباط هستند که یک DP بتواند به گونه ای تنظیم شود که FR مربوط به خود را بدون تاثیر گذاشتن بر سایر نیازمندیهای عملیاتی ارضا کند.

اولین اصل بیان می دارد که یک FRنبایستی در موجه بودن سایر FRها تاثیر بگذارد. اگر یک FRبر دیگری اثر بگذارد بایستی مسأله دوباره فرموله شده تا وابستگی آنها از بین برود.با توجه به اینکه مشخصات طرح مورد نظر توسط یک سری از FRهای مستقل بیان می-شود، می‌توان آن را با بردار FR با m عضونشان داد. بنحو مشابه DPها در قلمرو فیزیکی بردار n عضوی DP را تشکیل می‌دهند. فرآیند طراحی شامل انتخاب مجموعه‌ای از DPهای مناسب برای برآورده‌ساختن FRها است که می‌توان آن را به شکل ذیل بین نمود.

$$\{FR\} = [A]\{DP\}$$

که در آن {FR} بردار نیازهای عملکردی، {DP} بردار پارامترهای طراحی و [A] ماتریس طراحی است. هر خط از معادله برداری فوق را می‌توان به این صورت نوشت:

$$FR_i = \sum_j A_{ij} DP_{ij} \qquad \text{معادله (1)}$$

ماتریس طراحی به این شکل است.

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{bmatrix} \qquad \text{معادله (2)}$$

1. Axiom
2. Independence Axiom

هر عضو A_i^j از ماتریس یک عضو بردار FR را به یک عضو بردار DP ارتباط می-دهد. بطور کلی می‌توان A_i^j را به این شکل بیان نمود:

$$A_{ij} = \frac{\partial FR_i}{\partial DP_j}$$ معادله (3)

از آنجا که A_i^j یک مقدار ثابت است، در یک نقطه ثابت از فضای طراحی قرار دارد. در مورد طرحهای غیر خطی، با تغییر FR_i و DP_j، A_i^j تغییر می‌کند.ماتریس [A] را در نظر بگیرید.

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix}$$ معادله (4)

سمت چپ معادله 1 طراحی نمایش‌دهنده "خواسته های لازم در قالب اهداف طراحی است" و سمت راست معادله نشان می‌دهد که " چگونه می‌توان FRها را برآورده نمود". ساده-ترین حالت طراحی وقتی است که تمام عناصر غیر قطری ماتریس صفر هستند؛ یعنی $A_{12} = A_{13} = A_{21} = A_{23} = A_{13} = A_{23} = 0$. آنگاه معادله مستقل را می‌توان در حالت m = n = 3به صورت زیر نوشت:

$$FR_1 = A_{11} DP_1$$
$$FR_2 = A_{22} DP_2$$
$$FR_3 = A_{33} DP_3$$ معادله (5)

$$\begin{bmatrix} FR1 \\ FR2 \\ FR3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & O & O \\ O & X & O \\ O & O & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP1 \\ DP2 \\ DP3 \end{bmatrix}$$

طرحی را که با معادله 5 نمایش داده می شود طراحی مستقل است و بدیهه 1 را ارضا می‌کند، زیرا استقلال FRها در هنگام تغییر DPها حفظ می شود. یعنی اینکه FR1 می‌تواند با تغییر ساده DP1 برآورده شود، به همین صورت FR2 و FR3 هم می‌توانند با تغییر DP2 و DP3 به صورت مستقل بدون تاثیر گذاشتن بر سایر FRها ارضا شوند. طراحی وابسته برعکس طراحی مستقل است زیرا بیشتر عناصر ماتریس طراحی آن غیر صفر است. در موردی

که تمام عناصر غیر صفر باشند ارتباط بین FRها و DPها را می‌توان به صورت زیر نمایش داد.

$$FR_1 = A_{11}DP_1 + A_{12}DP_2 + A_{13}DP_3$$
$$FR_2 = A_{21}DP_1 + A_{22}DP_2 + A_{23}DP_3$$
$$FR_3 = A_{31}DP_1 + A_{32}DP_2 + A_{33}DP_3$$

معادله (6)

تغییر در DP1 نه تنها بر تغییر FR1 بلکه بر روی FR2 و FR3 نیز تاثیر گذار خواهد بود. چنین طرحی بدیهه 1 را نقض می‌کند. این طرح، طرحی وابسته است. طرح وابسته را می توان به طرحی نیمه مستقل تبدیل نمود .طرح نیمه مستقل دارای ماتریس طراحی نیمه مثلثی می باشد (یعنی $A_{12} = A_{13} = A_{23} = 0$). این طرح را می توان به صورت زیر نمایش داد.

$$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & O & O \\ A_{21} & A_{22} & O \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \end{Bmatrix}$$

معادله (7)

برای نمایش نوع رابطه بین پارامترهای طراحی و نیازهای عملکردی از ماتریس طراحی استفاده می شود.

ماتریس طراحی

ماتریس طراحی یک ابزار ساده ای است که بطور موثر مطلوبیت طراحی سیستم از نظراجرای اصل استقلال رانشان می دهد.با داشتن روابط بین پارامترهای طراحی و نیازهای عملیاتی می توان یک ماتریس طراحی جامع تر ی را فرمولبندی نمود(شکل شماره 4).

این ماتریس از FRهائی در سطر و DPهایی در ستون تشکیل شده اندکه بر حسب درجه تفکیک این سطوح از بیرون به درون افزایش می یابد.Xها نشان دهنده رابطه بین مجموعه FR-DP می باشد.عدم وجود رابطه را با خالی گذاشتن مربعها یا مقدار o نشان داده می شود.این روابط در مربعهای M_{ij} که تقاطع سطرi و ستونj می باشد قرار می گیرد.چنانچه سیستمی تا سه سطح شکسته شود می توان ماتریس طراحی زیر راتعریف نمود:

شکل شماره (4)-ماتریس طراحی

ماتریس طراحی			DP					
			DP1			DP2		
			DP11	DP12	DP13	DP21	DP22	DP23
FR	FR1	FR11	X					
		FR12	X	X				
		FR13	X	X	X			
	FR2	FR21				X		
		FR22		X		O	X	
		FR23				X	X	X

با تعریف این ماتریس ؛سه نوع رابطه مستقل ؛نیمه وابسته و وابسته بین DP و FRها وجود خواهدداشت. ازمشکلات موجود در طراحی مبتنی بر بدیهیات این است که درآن نوع رابطه بین پارامترهای طراحی ونیازهای عملیاتی به صورت صفر و یک نشان داده می شود در صورتی که ممکن است شدت تاثیر گذاری یک پارامتر طراحی بر تابع هدف فقط بصورت صفر و یک نباشد بنابراین به منظور تعیین درجه اثربخشی پارامترهای طراحی و تعیین اولویتهای اهداف عملکردی جهت تحقق آنها؛ استفاده از تکنیکهای مختلفی از جمله تکنیک فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی[1] پیشنهاد شده است که بطور مفصل بحث می شود.

اصل دوم :اصل اطلاعات[2]

اصل اطلاعات بیان می دارد که بایستی اطلاعات درون یک طرح را به حداقل ممکن رساند .به بیان دیگراینکه بهترین طرح یک طرح مستقل می باشد که حداقل اطلاعات را در بر دارد.یا بعبارتی در تعیین پارامترهای طراحی از ابزارهائی استفاده شود که احتمال دستیابی به اهداف را حداکثر نماید.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Analytic Hierarchy Process
2. Information axiom

دانشمندان برای اجرای اصل اطلاعات از تکنیکهای مختلفی استفاده می کنند. شانون[1] اولین فردی بود که آنتروپی را بعنوان یک معیار اندازه گیری محتوی اطلاعات معرفی نموده است.آنتروپی یک متغیر تصادفی گسسته Xبصورت زیر تعریف می شود:

$$H(X) = -\sum_{x\varepsilon X} P(x) LOgP(x) \qquad ۰ \le H(X) \le ۱$$ معادله 8

$$H(X) = -K\sum_{x\varepsilon X} P(x) LnP(x) \qquad ۰ \le H(X) \le ۱$$

وی هم چنین اطلاعات توام با دو متغیر تصادفی گسسته xو yرا بصورت زیر تعریف نمود:

$$H(X,Y) \le -\sum_{x\varepsilon X}\sum_{y\varepsilon Y} P(x,y)\log p(x,y)$$ معادله 9

ویلسون[2] نیز محتوی اطلاعاتی را بصورت معکوس لگاریتم ارضای یک تولرانس بیان داشت.بکارگیری تکنیک آنتروپی در عمل مشکل و تعیین عددی آن برای اکثر استفاده کنندگان غیرملموس و ناممکن می باشد.

به منظورسنجش اصل اطلاعات می توان از تکنیکهای چند معیاره فازی یا تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی استفاده نمود این تکنیکها درجه اثربخشی هر پارامتر طراحی بر تابع عملکردی را بصورت عددی بین صفر ویک اندازه گیری می کنند.بعد از سنجش درجه اثربخشی ،پارامتر و ابزارطراحی انتخاب می شود که بیشترین اثر را بر روی تابع هدف داشته و احتمال دستیابی به آن را حداکثر می نماید.

فازبندی پروژه و اولویت دهی بین اهداف

محدودیت منابع مالی–انسانی و .. .موجب می شود تاتحقق همزمان اهداف در اجرای یک پروژه بزرگ امکان پذیر نباشد.بنابراین ضرورت دارد که اهداف تعریف شده بر اساس طراحی مبتنی بر بدیهیات؛ اولویت بندی شده ودر فازهای مختلف برنامه تحقق یابند.مهم ترین تکنیکهایی که جهت اولویت دهی بین اهداف بکار می روند عبارتند از:

1. Sannon
2. Wilson

1-تکنیک آنتروپی 2-تکنیک لین مپ[1]- 3-تکنیک کمترین مجذورات وزین شده 4-روش بردار ویژه 5-تکنیک تاپسیس[2] 6-تکنیک الکتره[3] 7-تکنیک تجزیه و تحلیل فرآیند سلسله مراتبی 8-تصمیم گیری چند معیاره فازی

اعتبار بالای جوابهای ناشی از مدل تجزیه و تحلیل فرآیند سلسله مراتبی وسادگی استفاده از آن مجاب می کند که از تکنیک تجزیه و تحلیل فرآیند سلسله مراتبی جهت وزن دهی و اولویت بندی اجرای فعالیتها و اهداف استفاده شود. تکنیک تجزیه و تحلیل فرآیند سلسله مراتبی در دهه1970 توسط آقای توماس. ال. ساتی[4] ابداع و معرفی گردید.درک پدیده ها و مسایل بزرگ پیچیده برای ذهن انسان می تواند مشکل آفرین باشداز این رو تجزیه یک مساله بزرگ به عناصر جزیی می تواند به درک انسان کمک کند.

دراین تکنیک جهت اولویت دهی اهداف بایستی مقایسات از بالاترین سطح شروع گردد بطوری که اگر هدفی در اولویت اجرا قرارگرفت سایر شاخه ها را کنار گذاشته و مقایسه بعدی بین اهداف فرعی شاخه انتخاب شده انجام شود . اولویت دهی اهداف تا جایی ادامه پیدا می کند که هر شاخه به عمق خود برسد.گام بعدی تعیین میزان اثربخشی پارامترهای طراحی بر روی اهداف اندازه گیری است.از آنجا که در اجرای تکنیک تجزیه و تحلیل فرآیند سلسله مراتبی ازپرسشنامه هایی به صورت ماتریس مقایسات زوجی استفاده می شود با زیاد شدن پارامترهای طراحی ابعاد آن افزایش می یابد، لذا ضرورت داردتابا استفاده از تکنیکهایی ابعاد آن کاهش داده شود. با بکارگیری الگوریتمهای تفکیک پذیری؛ ابعاد ماتریس پرسشنامه ای جهت تعیین اثربخشی پارامترهای طراحی بر روی اهداف کاهش می یابد.مهم ترین الگوریتمهای تفکیک عبارتند از:

- روش ضریب تشابه[5] ؛الگوریتم های مبتنی بر مرتب سازی[6] ؛الگوریتم شناسایی خوشه ای[7] ؛الگوریتم شناسایی خوشه ای بسط داده شده[8] ؛الگوریتمهای شاخه دار نمودن[9] که

1. Linear Programming for Multidimensional Analysis of Preference
2. Topsis
3. Electre
4. Thomas saaty
5. Similarity coefficient methods
6. Orting Based Algorithms
7. Cluster Identification Algorithm
8. Extend CI Algorithm
9. Branching Algorithms

با توجه به ساده بودن بکارگیری تکنیک ضریب تشابه برای استفاده کنندگان؛ به معرفی آن پرداخته می شود .

روش ضریب تشابه

تجزیه و تحلیل خوشه ای ارتباط تکی[1] بوسیله مکولی[2] در سال 1972 ارایه گردید.در این تکنیک بر مبنای ضریب تشابه S_{ij} عمل می شود.

$$sij = \frac{\sum_{k=1}^{n} \delta_1(a_{ik}, a_{jk})}{\sum_{k=1}^{n} \delta_2(a_{ik}, a_{jk})}$$

معادله 10

که در آن

a_{ik} : پارامترهای طراحی موجود در سطر iستون k ام

a_{jk} : پارامترهای طراحی موجود در سطر jستون k ام

$$\delta_1 = (a_{ik}, a_{jk}) = \begin{cases} 1 & if a_{ik} = a_{jk} = 1 \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

معادله 11

$$\delta_2 = (a_{ik}, a_{jk}) = \begin{cases} 0 & if a_{ik} = a_{jk} = 1 \\ 1 & otherwise \end{cases}$$

بزرگی ضریب تشابه نشان دهنده این است که بین پارامترهای طراحی مربوطه جهت تحقق اهداف خاصی تعامل بیشتری برقرار است و ضریب تشابه صفر بدان معناست که پارامترهای طراحی در راستای رسیدن به اهداف مورد بررسی هیچگونه همکاری و معاونتی ندارند.با اجرای الگوریتم فوق پارامتر هایی با ضریب تشابه صفر کنار گذاشته و حجم ماتریس پرسشنامه را کاهش می یابد. .

1. Single linkage cluster analysis
2. Mcauley

زمان بندی استقرار و پیاده سازی سیستم

پس از اولویت بندی اهداف و نیازهای عملکردی ؛جهت تقدم و تاخر زمانی اجرای فعالیتهای یک سیستم؛ شبکه مربوط به آن ترسیم می شود. برای استقرار سیستم ؛ابتدا هدفی را که بالاترین اولویت را دارد انتخاب می شودوبا توجه به اصل اطلاعات؛ اولویت اجرا با پارامتر طراحی که احتمال تحقق هدف را حداکثر نماید. جدول زیر نمایی از ترسیم شبکه می باشد.که اهداف بر اساس اولویت اجرا فازبندی شده است.

شکل شماره (5) -ترسیم شبکه سیستم طراحی شده

حوزه مشتریان	توجه به نیازهای مشتریان				
حوزه عملکردی	فاز دوم			فاز اول	
	هدف چهارم	هدف سوم	هدف دوم	هدف اول	
حوزه فیزیکی	ابزارهای تحقق هدف چهارم	ابزارهای تحقق هدف سوم	ابزارهای تحقق هدف دوم	ابزارهای تحقق هدف اول	
حوزه فرایندی	وظایف و فعالیتها ←				مکان ترسیم شبکه
					درجه تحقق اهداف با اجرای پارامترهای طراحی

بعد از ترسیم شبکه ضرورت دارد تا بر آورد زمانی از تکمیل فعالیتها صورت پـذیرد. اگر فعالیتهای موجود در شـبکه تکـراری باشـدمی تـوان بـرآورد قطعـی از زمـان انجـام آنهـا داشت.برای تخمین زودترین زمان شروع وزودترین زمان ختم فعالیتها از مـدل زیـر اسـتفاده نمود. از آنجا که شبکه به لایه های مختلف شکسته شده است زمان استقرار هر لایه را می توان بوسیله مدل زیر بدست آورد. مدل خطی حرکت پیش رو برای بدست آوردن زودتـرین زمـان شروع[1] و زودترین زمان ختم[2] هر فعالیت بصورت زیر تعریف می شود.

1. Earliest start
2. Earliest finish

$$MINZ = \sum_{(i,j)\in w}(S_{ij} + F_{ij})$$ معادله 12

$$st:$$

$$S_{1} = 0$$

$$F_{ik} \le S_{kj}(k \in N, i \in S_k, j \in p_k)$$

$$t_{ij} = F_{ij} - S_{ij}$$

$$t_{ij}, F_{ij}, S_{ij} \ge 0 (i,j) \in W$$

W:فعالیتهای شبکه

N گره های شبکه

$i < j$ گره iمقدم بر گره j

t_{ij} زمان مورد نیاز برای فعالیت (i,j)

$i \in S_K$ گرههای ماقبل kکه kگره ای از Nگره موجود است

$j \in P_K$ گره ای مابعد Kکه Kگره ای از Nگره موجود است

$K \in N$:Kگره ای از Nگره موجود است

تابع هدف به صورت حداقل نمودن مجموع زمانهای شروع و پایان کلیه فعالیتهای پروژه است.به عبارتی در روش پیش رو مبنای شروع فعالیتها را صفر قرار می دهند. مقادیر S_{ij} و F_{ij} حاصله از مدل فوق همان زودترین زمان شروع وزودترین زمان ختم فعالیتها می باشد. مدل خطی زیر دیرترین زمان ختم و دیرترین زمان شروع را نشان می دهد.

$$MaxZ = \sum_{(i,j)\in w}(S_{ij} + F_{ij})$$

$$st:$$

$$F_{n,n+1} = \max(EF_{ij})$$

$$F_{ik} \le S_{kj}(k \in n, i \in S_k, j \in p_k)$$

$$t_{ij} = F_{ij} - S_{ij}$$

$$t_{ij}, F_{ij}, S_{ij} \ge 0 (i,j) \in W$$

معادله 13

EF_{IJ} زودترین زمان ختم فعالیتهاحاصل از(معادله12)

$\max(EF_{ij})$=T :زمان ختم پروژه

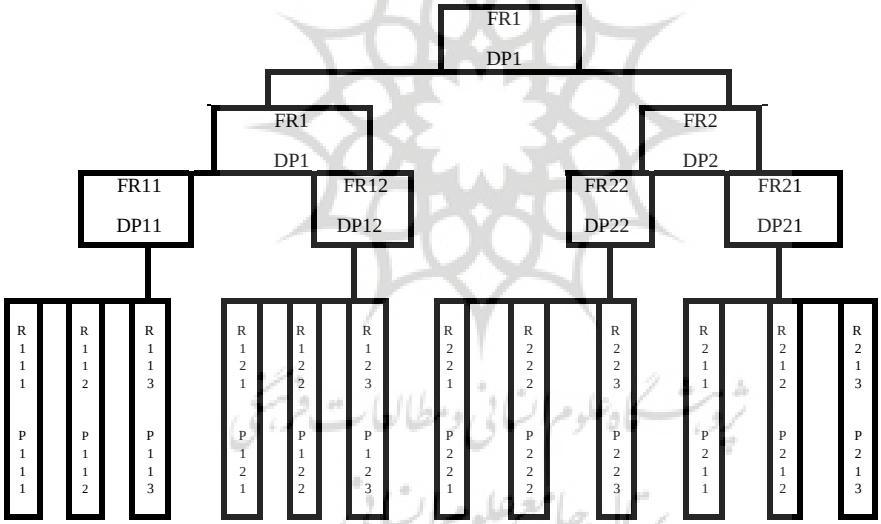
در صورت غیر تکراری بودن فعالیتها تخمین زمانی در قالب سه زمان بدبینانه(a)، محتمل(m) و خوشبینانه(b) صورت می پذیرد .تخمین زمانی فوق ازتوزیع بتا تبعیت کرده و بایستی میانگین تخمین زمانی را بوسیله $\mu = \frac{a+4m+b}{6}$ با انحراف معیار $\sigma = \frac{b-a}{6}$ محاسبه نموده و سپس مدل خطی ارایه شده با مقدار میانگین زمانی μ اجرا شود.نوع سوم تخمین برآورد زمان انجام فعالیتها بصورت فازی می باشد.در این حالت زمان انجام فعالیتها را بصورت متغیرکلامی بیان نموده و سپس محقق آن را طبق توابع عضویت خاصی به عدد تبدیل می نماید.رایج ترین این قالبها به صورت چهار قالب می باشد که برای مطالعه به منابع مربوطه آن مراجعه گردد.

مطالعه موردی

از آنجا که تعریف و طراحی واقعی پارامترهای سیستم تولیدی ناب در قالب مقاله غیر ممکن و شاید غیر ضروری می باشد، لذا سعی شده تا نحوه استفاده از طراحی مبتنی بر بدیهیات در قالب مثال صوری ارایه گردد. اعداد مورد استفاده در مثال بیان شده فرضی هستند.

شرکت الف در عرصه رقابتی به سود بلند مدت فکر می کند.وی با مشاور مدیریتی این موضوع را در میان گذاشته و مشاور به وی استقرار سیستم تولیدی ناب را پیشنهاد داده است.از آنجا که سیستم تولیدی ناب و عناصر تشکیل دهنده آن برای مدیر شرکت مبهم بوده از مشاور مدیریتی خواسته تا جزییات و زمانبندی اجرای آن را به تفصیل برای شرکت طراحی نماید.بهمین منظور مشاور ابتدا با استفاده از طراحی مبتنی بر بدیهیات اهداف سیستم را بصورت زیر شکسته وسعی نموده تاکاملا دو اصل بدیهی استقلال و اطلاعات رادر طراحی رعایت نماید.نتیجه حاصله طراحی سیستمی است که درچهار سطح شکسته شده است.

شکل شماره 6–ساختار سلسله مراتبی سیستم طراحی شده



با وجود محدودیتهای بودجه و امکانات؛ ضرورت اولویت بندی بین اهداف به چشم می خورد. بهمین منظورمدیر شرکت اولویت بندی بین اهداف را بر اساس سوالات پرسشنامه

پر کرده و نتیجه آن طبق محاسبات تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی در جدول زیر آمده است:

جدول شماره 1

FR	FR1	FR2	وزن
FR1	1	9	0.90
FR2	0.11	1	0.10
جمع	1.11	10	1

جدول(شماره 1)نشان دهنده آن است که جهت تحقق FR ،اجرای FR1 دارای 90٪ اهمیت بوده و ضرورت دارد تا در فاز اول انجام پذیرد.

جدول شماره 2

FR1	FR11	FR12	وزن
FR11	1	0.2	0.17
FR12	5	1	0.83

با توجه به اینکه تحقق FR1 منوط به اجرای FR11و FR12می باشد بنابراین با اجرایFR12مقدار83٪و با اجرایFR11 مقدار17٪ از تابع FR1برآورده می شود.

جدول شماره 3

FR11	FR111	FR112	FR113	
FR111	1	0.25	2	0.21
FR112	4	1	4	0.65
FR113	0.5	025	1	0.14

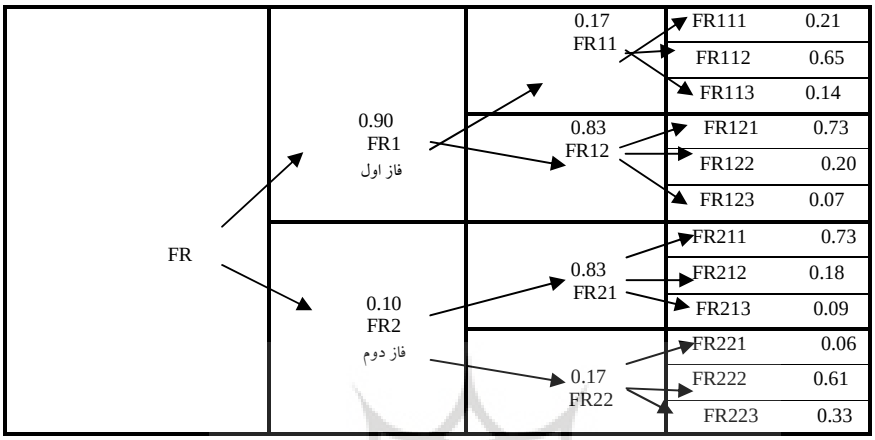
جدول شماره 4

FR12	FR121	FR122	FR123	
FR121	1	5	9	0.73
FR122	0.2	1	4	0.20
FR123	0.11	025	1	0.07

در فاز دوم نیزهمانند فاز اول عملیات اولویت دهی بین اهداف (شاخه FR2) انجام شده که نتیجه آن در جدول زیر آمده است. بنابراین در فاز یک اولویت اول باتابع هدف عملکردیFR1بوده و با اجرای FR12 0.83 این هدف تحقق پیدا می کند.از طرفی با اجرای اهداف FR121-FR122-FR123 بترتیب 73٪-18٪-9٪ هدفFR 12تحقق می یابد از آنجا لازمه تحقق اهداف اجرای پارامترهای طراحی می باشد، بنابراین بایستی اهمیت و ضرورت اجرای DP ها را از لحاظ توالی اجرا مشخص و در جه تاثیر پذیری آنها را بر روی اهداف اندازه گیری نمود. به عنوان مثال در فاز یک اولویت با تحقق هدفFR 12بوده وبا

تحقق اهداف FR121-FR122-FR123 این هدف ارضا می شود. ابزارهای مرتبط با اهداف بیان شده در زیر آمده است:

جدول شماره 5 - فازبندی اهداف



$$\begin{bmatrix} FR۱۲۱ \\ FR۱۲۲ \\ FR۱۲۳ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & o & o \\ o & X & o \\ X & o & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP۱۲۱ \\ DP۱۲۲ \\ DP۱۲۳ \end{bmatrix}$$

معادله 14

که معادله آن عبارت است

$$FR۱۲۱ = DP۱۲۱$$
$$FR۱۲۲ = DP۱۲۲$$
$$FR۱۲۳ = DP۱۲۱ + DP۱۲۳$$

معادله 15

وبر اساس ضریب تشابه اشتراک پذیری در ابزارهای طراحی شناسایی می شود.

$$S۱۲ = \frac{۰+۰+۱}{۱+۱+۰} = \frac{۱}{۲}$$
$$S۱۳ = \frac{۱+۱+۰}{۰+۰+۱} = ۲$$
$$S۲۳ = \frac{۰+۰+۰}{۱+۱+۱} = ۰$$

معادله 16

$S_{23}=0$ بدین معناست که بین DP 122 وDP123جهت رسیدن به هدف خاصی هیچ تعامل و همکاری صورت نمی گیردو $S_{13}=2$ بدین معناست که اجرای همزمان DP121وDP123 موجب می شود تاتابع هدف FR123تحقق پیدا کند.

بر اساس ضریب تشابه ؛مقادیر با شباهت صفر کنار گذاشته شده و برای ابزارهایی با ضریب شباهت ماتریس مقایسات زوجی تشکیل می گردد. بعد از تشکیل ماتریس معاونت ودرصد همکاری هر کدام از ابزارها در تحقق هدف خاص اندازه گیری می شود.

جدول شماره6

	FR123	DP121	DP123	وزن
DP121	1	5	0.83	
DP123	0.2	1	0.17	

معادلـــــــــه 17

$$\begin{bmatrix} ۱ & ۰ & ۰.۸۳ \\ ۰ & ۱ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۰.۱۷ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ۰.۷۳ \\ ۰.۲۰ \\ ۰.۰۷ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۰.۷۹ \\ ۰.۲۰ \\ ۰.۱۱ \end{bmatrix}$$

جدول شماره 7–اولویت بندی اهداف در فاز اول

0.79 اولویت اول	0.73 FR121	0.100 DP121 / 0.83
0.20 اولویت دوم	0.20 FR122	0.100 DP122
0.11 اولویت سوم	0.07 FR123	0.17 DP123

FR121دارای بالاترین اولویت یعنی 73٪ضریب اهمیت است و برای تحقق آن ابتدا بایستیDP121را اجرا نمود. پیاده سازی این ابزار نه تنها 100٪ تابع هدف FR121بلکه موجب می شود تا 83٪تابع هدف FR123 نیز تحقق پیدا کند، لذا اهمیت اجرا نمودن این ابزار برابر با تقریبا 79٪ می باشد.در صورتی که DP121تنها FR121رابرآورده نمایداهمیت آن برابر با 73٪است.

روابط پارامترهای طراحی در رابطه با FR11بصورت زیر تعریف می شود:

$$\begin{bmatrix} FR_{111} \\ FR_{112} \\ FR_{113} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & o & o \\ X & X & o \\ o & X & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP_{111} \\ DP_{112} \\ DP_{113} \end{bmatrix}$$

معادله 18

و ضریب شباهت آنها عبارتند از:

$$S_{12} = \frac{1+0+1}{0+1+0} = 2$$

$$S_{13} = \frac{0+0+0}{1+1+1} = 0$$

$$S_{23} = \frac{0+1+0}{1+0+1} = \frac{1}{2}$$

معادله 19

جدول شماره8

FR112	DP111	DP112	وزن
DP111	1	0.14	0.12
DP112	7	1	0.88

جدول شماره 9

FR113	DP112	DP113	وزن
DP112	1	3	0.75
DP113	0.33	1	0.25

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.12 & 0 \\ 0 & 0.88 & 0.75 \\ 0 & 0 & 0.25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.21 \\ 0.65 \\ 0.14 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.288 \\ 0.677 \\ 0.035 \end{bmatrix}$$

معادله 20

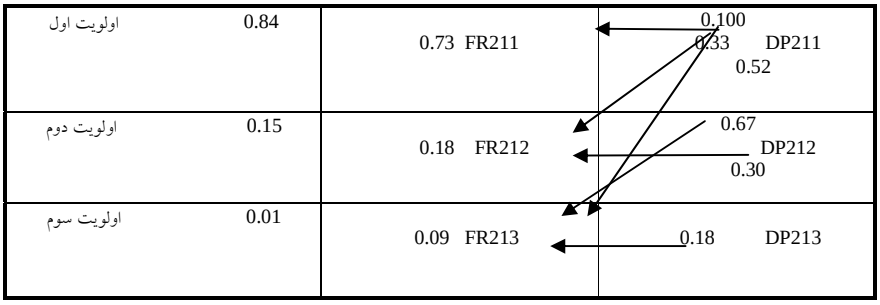
جدول شماره 10–اولویت بندی اهداف در فاز اول

0.288 اولویت پنجم	0.21 FR111	0.100 DP111 / 0.12
0.677 اولویت چهارم	0.65 FR112	0.88 DP112 / 0.75
0.035 اولویت ششم	0.14 FR113	0.25 DP113

ضریب اهمیت پارامترهای طراحی در فاز دوم شاخه FR21 نیز همانند شاخه FR11 محاسبه می گردد که نتیجه حاصل بصورت جدول زیر استخراج شده است:

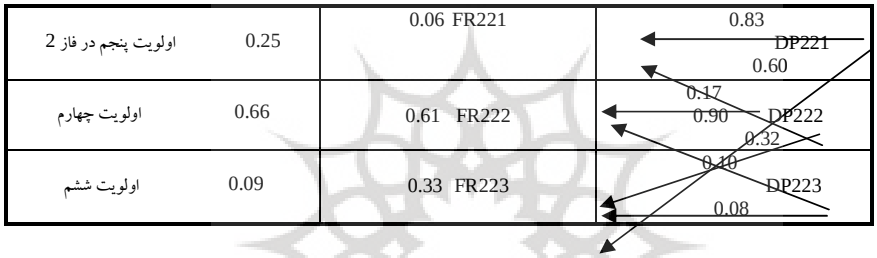
تعیین ضریب اهمیت پارامترهای طراحی در فاز دوم شاخه FR21

جدول شماره 11-اولویت بندی اهداف در فاز دوم



تعیین ضریب اهمیت پارامترهای طراحی در فاز دوم شاخه FR22

جدول شماره12 -اولویت بندی اهداف در فاز دوم

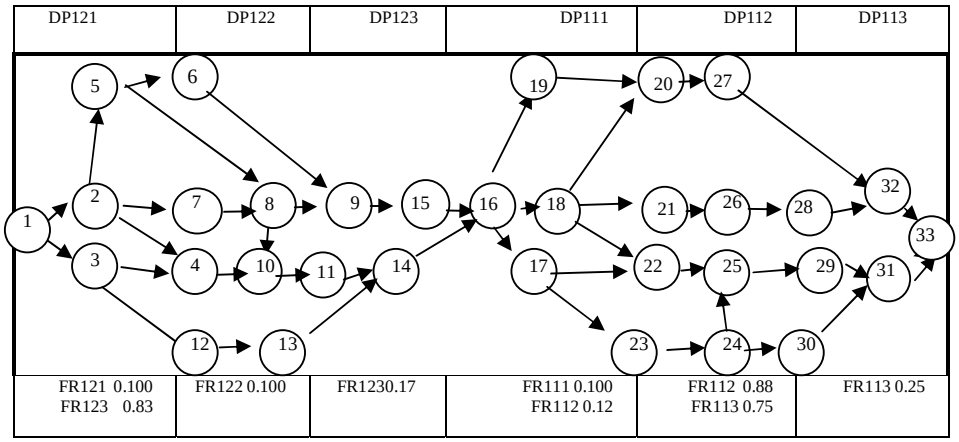


جدول فوق نشان می دهد که در فاز اول بایستی بترتیب پارامترهای DP121-DP122-DP123-DP111-DP112-DP113اجرا گردد.از آنجا که شکستن سیستم و تعریف تابع هدف تا حد خاصی امکان پذیر است، لذا پایین ترین سطح سیستم مربوط به مجموعه ای از فعالیتها است که اجرای آنها موجب پیاده سازی پارامترهای طراحی می شود. محاسبات انجام شده در جداول شماره 7 و شماره 8 نشان می دهد که جهت استقرار سیستم بایستی ابتدا اهداف FR12 وFR11 را اجرا نمود. وظایف و فعالیتهای مرتبط با این اهداف در شبکه زیر آمده است(جدول شماره 13).

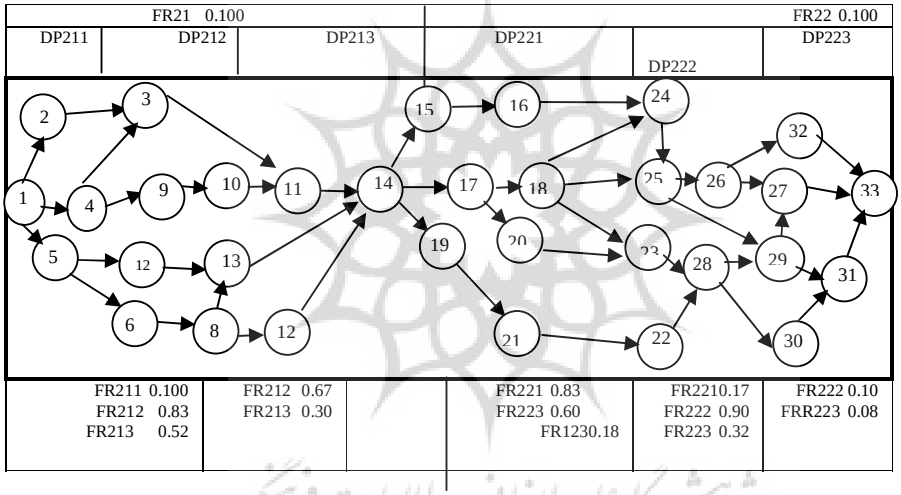
بعلاوه جداول شماره 11 و 12 نیز نشان دهنده فاز دوم اجرای عملیات مربوط به استقرارسیستم است که با توجه به اهمیت اجرای اهداف FR21 و FR22 در فاز دوم انجام می شود.در این فاز جهت استقرار سیستم شبکه زیر تعریف شده است(جدول شماره 14):

جدول شماره 13 **فاز اول**

FR11 0.100	FR12 0.100



جدول شماره 14 **فاز دوم**



با اجرای مدل برنامه ریزی خطی تعریف شده زودترین زمان شروع و ختم و دیر ترین زمان شروع و ختم فعالیتها بصورت زیر حاصل شده است:

فاز دوم												فاز اول											
FR22						FR21						FR11						FR12					
LF	LS	EF	ES	زمان		LF	LS	EF	ES	زمان		LF	LS	EF	ES	زمان		LF	LS	EF	ES	زمان	
96	88	58	50	8	14-15	36	31	5	0	5	2-1	90	83	84	77	7	16-19	5	0	5	0	5	5
100	98	52	50	2	14-17	35	25	10	0	10	4-1	85	77	85	77	8	16-18	3	0	3	0	3	3-1
61-	50	61	50	11	14-19	7	0	7	0	7	5-1	92	83	86	77	9	16-17	10	8	7	5	2	5-2
116	96	78	58	20	15-16	42	36	11	5	6	3-2	110	100	96	86	10	17-22	16	9	12	5	7	7-2
124	116	86	78	8	16-24	46	42	15	11	4	3-11	99	92	93	86	7	17-23	13	5	13	5	8	4-2
110	100	62	52	10	17-18	37	35	12	10	2	9-4	100	98	87	85	2	18-20	13	3	13	3	10	4-3
124	110	76	62	14	18-24	37	34	10	7	3	9-5	111	89	107	85	22	18-21	17	6	14	3	11	2-31
95	69	77	61	16	19-20	34	24	17	7	10	7-5	110	85	110	85	25	18-22	23	13	23	13	10	10-4
79	61	79	61	18	19-21	17	7	17	7	10	6-5	100	90	94	84	10	19-20	22	18	11	7	4	6-5
112	95	94	77	17	20-23	37	17	37	17	20	8-6	123	100	117	94	23	20-27	16	10	13	7	6	7-5
96	79	96	79	17	21-22	43	34	26	17	9	7-13	135	111	131	107	24	21-26	35	22	24	11	13	9-6
112	96	112	96	16	22-23	45	37	45	37	8	8-12	121	110	121	110	11	22-25	20	16	17	13	4	8-7
156	141	111	96	15	22-28	43	40	40	37	3	8-13	107	99	101	93	8	23-24	35	26	26	17	9	9-8
156	143	125	112	13	23-28	42	37	17	12	5	9-10	121	107	115	101	14	24-25	23	20	20	17	3	10-8
131	112	131	112	19	23-25	46	42	16	17	4	10-11	192	186	107	101	6	24-30	52	35	43	26	17	15-9
131	124	93	86	7	24-25	50	46	20	16	4	11-14	151	121	151	121	30	25-29	31	23	31	23	8	10-11
144	131	144	131	13	25-26	50	45	50	45	5	12-14	143	135	139	131	8	26-28	49	31	49	31	18	11-14
153	141	143	131	12	25-27	50	43	47	40	7	13-14	143	123	137	117	20	27-28	32	17	29	14	15	12-13
163	144	163	144	19	26-32							193	143	189	139	50	28-32	49	32	46	29	17	13-14
163	155	151	143	8	27-32							193	151	193	151	42	29-32	77	49	77	49	28	14-16
168	153	158	143	15	27-29							197	166	182	151	31	29-33	77	52	68	43	25	15-16
179	169	153	143	10	27-33							194	154	191	151	40	29-31						
173	159	139	125	14	28-30							194	192	109	107	2	30-31						
168	156	137	125	12	28-29							197	194	194	191	3	31-33						
175	168	165	158	7	29-31							197	193	197	193	4	32-33						
175	173	141	139	2	30-31																		
179	175	169	165	4	31-33																		
179	163	179	163	16	32-33																		

نتیجه گیری

طبق زمانبندی انجام شده در فاز یک می توان هدف FR12 را در مدت 77 روز و تابع هدف FR11را به مدت 120 روز و یا در روز 197 دست یافت. در فاز دوم تابع هدف FR21به مدت 50 روزقابل اجرا بوده و در روز 179 یا بعبارتی با صرف مدت زمان 129 روز؛ تابع هدف FR22 تحقق خواهد یافت.

با مطالعه و بررسی نظرات آماری 30نفر دانشجویان مقطع دکتری،فوق لیسانس و مدیران و مهندسان صنایع که سابقه ای در طراحی سیستم دارند، نشان می دهد که طراحی سیستم با استفاده رویکرد طراحی مبتنی بر بدیهیات موجب می گرددتا

1- طراحی سیستم با استفاده از طراحی مبتنی بر بدیهیات نسبت به سایر تکنیکها آسانتر باشد.

2- درک روابط بین اجزای سیستم و اجرای سیستم طراحی شده ساده و قابل فهم تر باشد.

3- طراحی و پیاده سازی سیستم در فازهای مختلف با توجه به محدویتهای موجود (مالی؛انسانی ؛و...) امکان پذیر باشد.

4-کنترل سیستم در قالب درجه تحقق اهداف عملیاتی میسر می باشد.

5- نوع ابزار تحقق اهداف عملیاتی در هر مرحله مشخص شده بطوری که مدیران و مسئولان استقرار سیستم بدانند جهت تحقق اهداف از چه پارامترهایی استفاده نمایند.

پیشنهادات

غایت و آرمان تمامی تصمیم گیریها رسیدن به نقاط بهینه است بطوری که در حوزه مدیریت این امر بیشتر محسوس می باشد. مهم ترین وظیفه در بهینه سازی مسایل ؛درک واقعی مشکلات و مدلسازی آنها در قالب نماد ریاضی است .در این رابطه انسان تنها موجودی است که قادر به مدلسازی مسایل و مشکلات می باشد.

افزایش حجم متغیرهای تصمیم و محدودیت در سیستم های پیچیده تولیدی موجب می شود تامدلسازی آنها دشوار و و تا حدی غیر ممکن شده و در بهینه سازی آنها نیز با مشکلاتی مواجه شویم.از طرفی امروزه اکثر کشورها جهت حمایت از صنایع خود در پی استقرار سیستم های نوین تولیدی می باشند.از آنجا که استقرار یک سیستم تولیدی منوط به

شناخت کافی از عناصر و ارتباط بین اجزای آن می باشد ضروری است که سیستم مورد نظر بطور مناسبی طراحی گردد.

یکی از مهم ترین ابزارهای طراحی مورد استفاده در این امر طراحی مبتنی بر بدیهیات است که می توان با استفاده از اصول بدیهی سیستم را در قالب مدلسازی تک لایه ای یا چندلایه ای طراحی نمود.اصول بدیهی بکار رفته اصولی هستند که تا کنون مواردنقضی دال بر عدم بدیهی بودن آنها ارایه نشده وعلاوه بر سادگی اجرا؛ طراحی حاصل از این تکنیک اعتبار بالایی را دارا می باشد.

تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات ضمن توجه به نیاز مشتریان ؛سیستم را از کل به جز می شکند.درحقیقت این تکنیک نوعی مهندسی معکوس است که برای طراحی سیستم ها قابل بکارگیری می باشد.با توجه به پیش زمینه و نگرش مهندسی آقای سو؛ بنیانگذار تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات؛ دانشمندان سعی نموده اند تا این تکنیک را در زمینه های مختلفی از جمله طراحی کالا–طراحی نرم افزار–برنامه ریزی استراتژیک و ....بکارگیرند.

محققان و دانشجویان با توجه به جدید بودن این تکنیک می توانند ضمن تقویت مبنای تئوریکی طراحی مبتنی بر بدیهیات ؛در طراحی سیستم های تولیدی از جمله سیستم تولیدی هولونیک ؛سیستم تولیدی فرکتال ؛سیستم تولیدی بایونیک و غیره از آن استفاده نمایند. بعلاوه اینکه محققان می توانند در مدلسازی مسایل واقعی از طراحی مبتنی بر بدیهیات استفاده نموده و مسایل و مشکلات موجود را با نگرش چند لایه ای مدلسازی نمایند.

منابع

1- اصغر پور، محمد جواد، **تصمیم گیریهای چند معیاره**؛ انتشارات دانشگاه تهران،1377.

2- شیخ–رضا ، **کاربرد منطق فازی در تحلیل شبکه و مقایسه آن با روش کلاسیک** ، صنایع، شماره17،1377.

3- مهرگان، محمدرضا، **پژوهش عملیاتی پیشرفته**، نشر کتاب دانشگاهی، چاپ اول، 1383.

4- Albano L.D., Suh N.P. (1992). " Axiomatic Design to Structural Design," *Research in Engineering Design*, Vol. 4, No. 3, pp. 171-183,

5- Sharif Ullah, A.M.M. (2004). Integration of High-Level Design Information With Axiomatic Design Formulation Proceedings of ICAD-The Third International Conference on Axiomatic Design-Seoul – June 21-24-ICAD—44.

6- Andreasen M.M.(1992). "Designing on a Designer's Workbench" *Proceedings of the 9th WDK Workshop*, Rigi, Switzerland.

7- Cochran, David S.(1999). "The Production System Design and Deployment Framework". Proceedings of the1999….

8- Cochran, David S., Yong-Suk Kim and Jongyoon Kim. (2000). "The Alignment of Performance Measurement with the Manufacturing System Design". Proceedings of the First International Conference on Axiomatic Design. Cambridge, MA, June 21-23.

9- Dan Braha. (2000). "Partitioning Tasks to Product Development Teams" roceedings of ICAD-First International Conference on Axiomatic Design Cambridge, MA – June 21-23, 2000-ICAD062.

10- Duane Steward, DVM, MSIE, PhD-Derrick Tate. (2004). "Integration of Axiomatic Design and Project Planning" Proceedings of ICAD-The Third International Conference on Axiomatic Design-Seoul – June 21-24, 2004-ICAD-2004-28.

11- Gwang-Sub Shin-Jeong-Wook Yi-Sang-Il Yi-Yong-Deok Kwon-Gyung-Jin Park.(2004).-Calculation of Information Content in Axiomatic Design -Proceedings of ICAD-The Third International Conference on Axiomatic Design-Seoul – June 21-24, -ICAD--22

12- Gebala, D. A. and Suh, N. P. (1992). „An Application of Axiomatic Design," Research in Engineering Design, Vol. 3, 149-162.

13- Kusiak, Andrew-(1998),computational Intelligence in Design and Manufacturing-John Wiley & Sons,inc.

14- Houshmand, M., and Jamshidnezhad, B. (2002). "Conceptual Design of Lean Production Systems Through an Axiomatic Approach" Proceedings of ICAD-Second International Conference on Axiomatic Design.Cambridge, MA – June 10&11, -ICAD 029.

15- Satty.Thomas.L. (1990). ”Decision Making for Leaders”-Rws Publications.

16- Suh, N. P. (2001). Axiomatic Design: Advances and Application, Oxford University Press.

17- Sushkov V.V, Mars N.J.I, Wognum P.M.(1995). “Introduction to TIPS: A Theory for Creative Design”**,** *AI in Engineering*, Vol. 9,.

18- Tate D., and Nordlund M. (1995). “Synergies Between American and European Approaches to Design,” Proceedings of the First World Conference on Integrated Design and Process Technology (IDPT-Vol. 1), Society for Design and Process Science, Austin,TX, pp.103-111, Dec 7-9.

19- Tate D., and Nordlund M. (1996). “A Design Process Roadmap as a General Tool for Structuring and Supporting Design Activities,” (accepted to the) Proceedings of the Second World Conference on Integrated Design and Process technology (IDPT-Vol.2), Society for Design and Process Science, Austin, TX, Dec 1-4.

20- Yong-Suk Kim. (2003). “A Decomposition Based Approach to Integrate Product Design and Manufacturing System Design” *Int. J. Production Economics)* 183–198.

21- Young,jou Lai,Ching Lai,Hwang. (1992). Fuzzy Mathematical Programming Methods and Application, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

22. Tatish, M., and T.CH, Shaki. (1991). A new Project Scheduling Method for Time Estimation Which Considers Different Fuzziness for Different Activity ‘Emirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University, vol.51,no 4.dec.

23.Yien J.T , Tseng M.M.(2004). “A Manufacturing Systems Design Methodology,” Proceedings of the 3rd *CIRP workshop on* Design and Implementation of Intelligent Manufacturing.