طراحی مبتنی بر بدیهیات
ابزاری جهت فازبندی و استقرار سیستم تولیدی

محمود صارمی[۱]، رضا شیخ[۲*]
۱. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
۲. استادیار گروه مدیریت و حسابداری، دانشگاه صنعتی شاهرود
(تاریخ دریافت ۸۴/۳/۳۰، تاریخ تصویب ۸۵/۶/۶)

چکیده :
حضور موفقیت آمیز بسیاری ازکشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در عرصه رقابت جهانی منوط به این است که بتوانند با استفاده از سیستم‌های تولیدی خاص صنایع خود را مورد حمایت قرار دهند. لازمه انجام چنین کاری شناخت کافی ازعناصر و روابط موجود در سیستم تولیدی مورد نظرمی باشد. دخالت عامل انسانی درسیستم‌های پیچیده تولیدی و اجتماعی و گستردگی آن موجب گردیده تا شناسائی اجزا و تعیین تقدم و تاخر روابط بین عناصر مشکل گردد. شناخت نا کافی نسبت به سیستم و روابط بین اجزا آن موجب طراحی نا مناسب و ایجاد سیستم زمانبندی نا کارا شده است. یکی از ابزارهای مفید در طراحی انواع سیستمها از جمله طراحی و فازبندی سیستمهای تولیدی تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات است.استفاده از دو اصل بدیهی موجب می‌شود که طراحی انجام شده از اعتبار بالایی برخوردار بوده و نسبت به سایر تکنیکها ارجحیت داشته باشد.
بااستفاده از این تکنیک ؛عناصرو‌روابط بین اجزاء سیستم شناسائی شده و بر اساس اصول بدیهی؛ سیستم مورد نظر طراحی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: طراحی مبتنی بر بدیهیات، نیازهای عملکردی، پارامترهای طراحی، فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی

* نویسنده مسؤول: Email: rzzsheikh@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

حضور موفق در عرصه رقابت جهانی منوط به برنامه‌ریزی ،انعطاف پذیری و انطباق با تغییرات می‌باشد.در این میدان سازمانها و صنایعی دوام خواهند آورد که ضمن شناسائی توقعات و نیازهای جدیدبهترین طراحی را جهت تحقق آنها داشته و زمانبندی معقولانه ای را انجام دهند. متدولوژیهای تولیدی بعنوان ضامن حفظ و بقاء صنایع تولیدی بوده و کشورهای مختلف از جمله ژاپن،آمریکا،آلمان و غیره توانسته اند با استفاده از سیستم تولیدی ناب[1] و بایو نیک[2] سیستم تولیدی چابک[3] سیستم تولیدی فرکتال[4] و هولونیک[5] از صنایع خود حمایت نمایند.کشورهای در حال توسعه نیز با الگو برداری از سیستم‌های تولیدی زمینه رشد و حفظ صنایع خود را فراهم نموده اند [۶]و[۷]و[۲۶]و[۲۷].

طراحی بد هزینه‌های زیادی رابه سازمان و جامعه تحمیل نموده ودانشمندان آنها را جزءضایعات بشمار می‌آورند.بنابراین الگوبرداری از سیستم در حقیقت نوعی طراحی می‌باشد لازمه طراحی مناسب داشتن شناخت کامل از سیستم می‌باشد. سیستم متشکل از اجزاء و عناصری است که بین آنها ارتباط معناداری وجود داردو در اثر تعامل بین آنها اهداف خاصی تحقق پیدا می‌نماید [۲۰].

در فرایند الگو برداری، محققان از تکنیکهای مختلفی از جمله تکنیک ابزار هدف استفاده می‌نمایند [۲۱]. جهت نشان دادن کارائی تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات در طراحی سیستم می‌بایست این تکنیک در شرکتی اجرا و مورد تحلیل قرار گیرد.مطالعه و بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که شرکت جهان افروز بدلیل طراحی سیستم تولیدی ناب به روش تکنیک ابزار –هدف گزینه مناسبی می‌باشد. قابلیت مقایسه پذیری،آشنا بودن مدیران و مهندسان آن شرکت با واژه‌های سیستم تولیدی ناب و دسترسی آسان به اطلاعات مورد نیاز باعث گردیده که کار تحقیقی در شرکت مزبور مورد بررسی و آزمایش قرار گیرد.

1. Lean Production System
2. Bionic System
3. Agility System
4. Fractal System
5. Holonic System

Archive of SID

www.SID.ir

پیشینه تحقیق

بررسیهای انجام شده بوسیله اینترنت و مطالعات کتابخانه ای نشان می‌دهد که دانشمندان و محققان زیادی بر روی تکنیکهای طراحی از جمله تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات کار کرده بطوریکه مهم ترین آ نها عبارتند از:

جکسون و جونز در سال ۱۹۹۶ مدلی را برای استقرار برنامه حذف فعالیتهای بدون ارزش افزوده پیشنهاد داده اند.آنها از منطق فرایند سلسله مراتبی ابزار - هدف در طراحی استفاده نموده‌اند.

در سال ۱۹۹۶ ویسنت .ای.رینال [1] و دیوید .اس.کاکران [2] در موسسه هواپیمائی اصول تولیدی ناب را بطور اختصارو با استفاده از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات تشریح نموده اند.

شکستن سیستم تولیدی ناب بر اساس تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات در سال ۱۹۹۹ توسط دانشمندی بنام دیوید کاکران انجام شده است.

در سال ۲۰۰۰دیوید کاکران ،والتر اورشیم [3] گرد کوبین [4] و مارک .ال.سسترهن [5] بر روی کاربرد تکنیک مبتنی بر بدیهیات در اصول مدیریت ناب در حوزه تولید کار کرده اند. سلیم اردم آیتک [6] مقاله ای را در سال ۲۰۰۱ تحت عنوان رویکرد انسانی در طراحی سیستم تولیدی ناب ارائه داد.

گلن بالارد [7] در سال ۲۰۰۱ در *مقاله ای به جنبه‌های منفی طراحی اشاره داشته و هزینه‌هائی از جمله دوباره* کاری ،از قلم افتادگی را از مهم ترین هزینه‌هائی ناشی از طراحی غلط دانست.. بهمین منظوردر سال ۲۰۰۱ وی با همکاری لری کسکلا [8] گرگوری هول [9] تود زبل [10] سیستم تولیدی ناب را طراحی نمودند..در این طراحی آنها از تکنیک فرایند سلسله مراتبی ابزار- هدف [11] استفاده نمودند.فرضیه اصلی در تکنیک فرایند سلسله مراتبی ابزار- هدف این است که هدف می‌تواند استفاده از ابزار مرتبط را توجیه نماید [۹].

تحقیق دیگری نیز در سال ۲۰۰۲ در مورد طراحی مفهومی سیستمهای تولیدی ناب از طریق طراحی مبتنی بر بدیهیات انجام شده است [۱۷].

1. Vicente A. Reyna
2. David S. Cochran
3. Walter Eversheim
4. Gerd Kubin
5. Marc L. Sesterhenn
6. Selim Erdem Aytac
7. Glenn Ballard
8. Lauri Koskela
9. Gregory Howell
10. Todd Zabelle
11. Ends-means hierarchies

Archive of SID

www.SID.ir

ویکتوریا النا گستلیوم[1] در سال ۲۰۰۲ کاربرد تولید ناب را در طراحی خط تولید هواپیما تشریح نمود.

در ایران نیز محققان و دانشمندان زیادی بر روی طراحی سیستم تولیدی ناب کار کرده اما هیچکدام از آنها از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات در طراحی مدل استفاده نکرده اند.

مطالعه و بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۳ طراحی سیستم تولیدی ناب به روش فرایند سلسله مراتبی ابزار- هدف توسط دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع از دانشگاه شریف در شرکت جهان افروز انجام شده است [۲].

بر اساس دیدگاه جوران و گارینا[2] جهت اندازه گیری کیفیت طراحی و انطباق پذیری با هدف می‌بایست طرح انجام شده مورد قضاوت کارشناسان وافراد خبره قرار گیرد.لذا عملیاتی شدن پروژه تحقیقاتی مهندس کوشا در شرکت جهان افروز این امکان را بوجود آورده تا مقایسه پذیری و ارزیابی مدل طراحی شده بسادگی صورت پذیرد.

بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که تحقیق انجام شده جدید وبدیع بوده وتا کنون درمورد آن کاری صورت نگرفته است.

فرضیه تحقیق

از آنجا که هر سیستم طراحی شده بر اساس بدیهیات مطلوب نمی باشد لذا خواهان آن بوده که مطلوبیت سیستم طراحی شده در معرض قضاوت و ارزیابی کارشناسان و افراد خبره قرار گیرد. مطالعه و بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که طراحی سیستم تولیدی ناب به روش تکنیک ابزار -هدف در شرکت جهان افروز در سال ۱۳۸۳ انجام شده است. قابلیت مقایسه پذیری،آشنا بودن مدیران و مهندسان آن شرکت با واژه‌های سیستم تولیدی ناب و دسترسی آسان به اطلاعات مورد نیاز باعث گردیده که کار تحقیقی در شرکت مزبور مورد بررسی و آزمایش قرار گیرد.

فرضیه اصلی تحقیق بصورت زیر تعریف می‌شود:

طراحی سیستم تولیدی ناب بر اساس تکنیک مبتنی بر بدیهیات کارآمدتر از طراحی سیستم تولیدی ناب بر اساس تکنیک سلسله مراتبی ابزار-هدف می‌باشد.

بر اساس مولفه‌هائی همانند توجه به نیاز مشتریان، مشارکت کارکنان، کیفیت کالا،

1. Victoria Elena Gastelum
2. Juran And Gryna

Archive of SID

www.SID.ir

مطلوبیت سیستم طراحی شده کـه کارآمـدی سیـستم تولیـدی طراحـی شـده انـدازه گیـری می‌شود.

روش نمونه‌گیری

در جمع آوری اطلاعات تخصصی جهت فازبندی و ترسـیم شـبکه از اطلاعـات تخصـصی کارشناسان و مهندسان شرکت استفاده شده است و در تعیین نمونه جهت بررسی و آزمـون فرضیه از بین جامعه مهندسان و متخصصان آشنا به طراحی سیـستم تولیـدی از روش نمونـه گیری نظری یا قضاوتی [1] استفاده شده است.نمونه گیری قضاوتی مستلزم گزینش بخشی از جامعه است که اعضای آن بر پایه داوری شخص پژوهنـده (یـا کارشناسـان و متخصـصان) مشخص می‌شود.

روشهای مورد نظر برای تجزیه تحلیل اطلاعات و آزمون فرضیه‌ها

سیستم تئوریکی می‌تواند بصورت بدیهیات یا فرضیات باشد.دانش بنیادیی که نتوانـد مـورد تست و آزمایش قرار گیردو عموما بصورت حقیقت و درستی پذیرفته شوندبدیهیات گفتـه می‌شود.اما در حوزه کاربردی بیشتر دانش مربوطه بـصورت فرضـیه تعریـف شـده و نتیجـه بررسی می‌تواند موجب رد یا قبول آنها شود.

طراحی سیستم در حوزه بدیهیات مطرح شده و در فرایند تحلیلی با استفاده از دو اصـل بدیهی راه حلهای پیشنهاد شده مورد ارزیابی و اعتبار سنجی قـرار گرفتـه اسـت.امـا مقایـسه پذیری مدل مربوط به حوزه فرضیات بوده ودر بررسی آن از آماره آزمون آمـاری مناسـب استفاده شده است.

از آنجا که در این تحقیق کار آمدی دو تکنیک مورد مقایسه قـرار گرفتـه اسـت لـذا از فرضیه تطبیقی [2] اسـتفاده مـی‌شـود. ار آنجـا کـه $\mu_1 - \mu_2$ از آمـاره ناریـب $\overline{X}_1 - \overline{X}$ بـر خورداربوده وبا توجه به اینکه نمونه‌ها از جامعه نرمال و بـا انحـراف معیـار نـامعلوم انتخـاب شده است بنابراین بهترین آماره آزمون آماره z^* می‌باشد.

1. Judgmental Sample
2. Comprative

Archive of SID

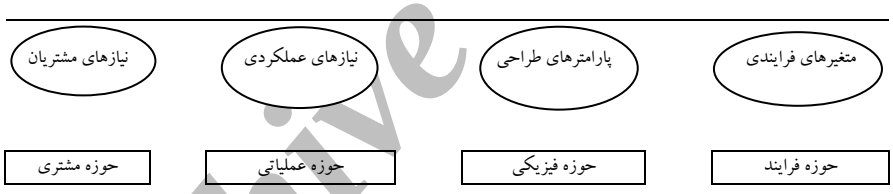
www.SID.ir

طراحی مبتنی بر بدیهیات و استفاده از آن در طراحی سیستم

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 می‌باشد؛دانشمندان در پی آن می‌باشند که آموزش طراحی را بصورت علمی در آورده و مبنائی را جهت تمیز و شناسائی طرحهای خوب و بد در دست داشته باشند.

طراحی بعنوان یک تعامل پیوسته بین آنچه که خواهان رسیدن به آن بوده و نحوه دستیابی به آن تعریف می‌شود. در طراحی یک سیستم بر مبنای طراحی مبتنی بر بدیهیات بایستی پروژه را در چهارحوزه مورد تجزیه و تحلیل قرار داد:

۱. حوزه مشتریان[1]: در این حوزه نیازهای مشتریان یا ویژگیهای آنها مشخص می گردد.
۲. حوزه عملکردی[2]:در این حوزه سوال " طرح بایستی به چه چیزی برسد؟یا تعریف تابع هدف چیست ؟ مطرح می‌شود.
۳. حوزه فیزیکی[3]: پارامترهای طراحی که موجب ارضاءتابع هدف تعریف شده می‌شوند در حوزه عملکردی تعیین می گردند.
۴. حوزه فرایندی[4]: متغیرهای فرایندی همان متغیرهای تصمیم هستند که با بهینه یابی آنها تابع هدف بهینه می گردد.[۲۲][۱۸].



نمودار ۱. نگاشت چهار قلمرو تصمیم گیری

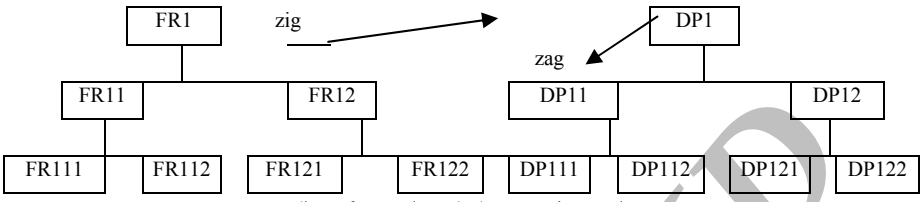
توجه به نیاز مشتریان امری حیاتی در طراحی یک سیستم پیچیده تولیدی همانند سیستم تولیدی ناب بوده و بایستی در قلمرو تصمیم گیری مد نظر قرار گیرند. در قلمرو تصمیم

1. Customer Domain
2. Functional Domain
3. Physical Domain
4. Process Variable

Archive of SID

www.SID.ir

گیری با استفاده از فرایند شکستن[1] هر پارامتر (پارامتر شروع مربوط به رسالت شرکت می‌باشد)به نیازهای عملکردی فرعی تری شکسته می‌شود. معروفترین تکنیک شکستن فرایند؛شکستن زیگ - زاگی[2] است که از بالاترین سطح تا سطوح پایین تر انجام می‌شود) [۱۰] و [۱۱] و [۲۳].



نمودار ۲. شکستن سلسله مراتبی زیگ-زاگی

در طراحی سیستم ازدو اصل بدیهی[3] استفاده شده است .اصول بدیهی موجود در طراحی مبتنی بر بدیهیات در حقیقت نگرش و رویکرد تحلیلی را در افراد و طراحان ایجاد می‌کند که بتوانند بهترین تابع هدف وپارامتر طراحی را انتخاب کنند. رعایت اصول بدیهی موجب می‌شود تاامکان نادیده گرفتن فعالیتها به حداقل ممکن رسیده و نوع روابط بین اجزاءبراحتی قابل مشاهده و تعریف باشد [۱۵]و[۱۹].

اصول بدیهی

اصل اول: اصل استقلال:[4]

اصل استقلال اشاره به این نکته دارد که در طول فرآیند طراحی، با حرکت از FRها در قلمرو عملکردی به DPها در قلمرو فیزیکی ، 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 می‌توان بیان داشت که:

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

1. Decomposition
2. Zigzaging
3. Axiom
4. Independence Axiom

Archive of SID

www.SID.ir

۲. 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 می‌دارد که یک FRنبایستی در موجه بودن سایر FRها تاثیر بگذارد. در صورت تاثیر FRبر دیگری بایستی مسئله مجددا فرموله شده تا وابستگی آنها از بین برود.

فرآیند طراحی شامل انتخاب مجموعه‌ای از DPهای مناسب برای برآورده‌ساختن FRها است که می‌توان آن را به شکل ذیل بیان نمود.

[FR] = [A] [DP]

که در آن [FR] بردار نیازهای عملکردی، [DP] بردار پارامترهای طراحی و [A] ماتریس طراحی است.

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

معادله (۱)

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

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

معادله (۲)

سمت چپ معادله ۲ طراحی نمایش‌دهنده "خواسته‌های لازم در قالب اهداف طراحی است" و سمت راست معادله نشان می‌دهد که " چگونه می‌توان FRها را برآورده نمود". ساده‌ترین حالت طراحی وقتی است که تمام عناصر غیر قطری ماتریس صفر هستند. آنگاه معادله مستقل را می‌توان در حالت m = n = 3به صورت ذیل نوشت:

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

معادله (۳)

طرحی را که با معادله ۳ نمایش داده می‌شود طراحی مستقل است و بدیهه ۱ را ارضا

Archive of SID

www.SID.ir

می‌کند، زیرا استقلال FRها در هنگام تغییر DPها حفظ می‌شود. 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 [۱۲].

طراحی وابسته برعکس طراحی مستقل است زیرا بیشتر عناصر ماتریس طراحی آن غیر صفر است. طرح وابسته را می‌توان به طرحی نیمه مستقل تبدیل نمود .طرح نیمه مستقل دارای ماتریس طراحی نیمه مثلثی می‌باشد (یعنی $A_{۱۲} = A_{۱۳} = A_{۲۳} = ۰$). این طرح را می‌توان به صورت ذیل نمایش داد.

معادله (۴)

$$\begin{bmatrix} FR_۱ \\ FR_۲ \\ FR_۳ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{۱۱} & O & O \\ A_{۲۱} & A_{۲۲} & O \\ A_{۳۱} & A_{۳۲} & A_{۳۳} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP_۱ \\ DP_۲ \\ DP_۳ \end{bmatrix}$$

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

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

نمودار ۳. ماتریس طراحی

ماتریس طراحی

با استفاده ازماتریس طراحی می‌توان بطور موثر مطلوبیت طراحی سیستم رااز نظراجرای اصل استقلال نشان داد. این ماتریس از FRهائی در سطر و DPهائی در ستون تشکیل

Archive of SID

www.SID.ir

شده‌اندکه بر حسب درجه تفکیک این سطوح از بیرون به درون افزایش می‌یابد.Xها نشان دهنده رابطه بین مجموعه FR-DPمی باشد.عدم وجود رابطه را با خالی گذاشتن مربعها یا مقدار صفر نشان داده می‌شود. این روابط در مربعهای M_{ij} که تقاطع سطرi و ستونj می‌باشد قرار می گیرد [۱۳].

چنانچه سیستمی تا سه سطح شکسته شود می‌توان ماتریس طراحی زیر را تعریف نمود [۵].

اصل دوم :اصل اطلاعات[1]

بر اساس اصل اطلاعات، بهترین طرح، یک طرح مستقل می‌باشد 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. دانشمندان برای اجرای اصل اطلاعات از تکنیکهای مختلفی استفاده می کنند. شانون[2] اولین فردی بود که آنتروپی را بعنوان یک معیار اندازه گیری محتوی اطلاعات معرفی نموده است. ویلسون[3] نیز محتوی اطلاعاتی را بصورت معکوس لگاریتم ارضای یک تولرانس بیان داشت. به منظورسنجش اصل اطلاعات می‌توان 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.[۶][۱۴]

فازبندی پروژه و اولویت دهی بین اهداف

محدودیت منابع مالی، انسانی و غیره موجب می‌شود تاتحقق همزمان اهداف در اجرای یک پروژه بزرگ امکان پذیر نباشد.بنابراین ضرورت دارد که اهداف تعریف شده بر اساس طراحی مبتنی بربدیهیات اولویت بندی شده ودر فازهای مختلف برنامه تحقق یابند.دانشمندان می‌توانندجهت اولویت دهی اهداف ازتکنیک آنتروپی- لین مپ[4]- تاپسیس[5]-تکنیک الکتره[6] تجزیه و تحلیل فرایند سلسله مراتبی- تصمیم گیری چند معیاره فازی استفاده کنند [۱]و[۳]و[۲۴][۲۵].

1. Information axiom
2. Sannon
3. Wilson
4. Linear Programming For Multidimensional Analysis Of Preference
5. TOPSIS
6. ELECTRE

Archive of SID

www.SID.ir

اعتبار بالای جوابهای ناشی از مدل تجزیه و تحلیل فرایند سلسله مراتبی وسادگی استفاده از آن مجاب می‌کند که از تکنیک تجزیه و تحلیل فرایند سلسله مراتبی جهت وزن دهی و اولویت بندی اجرای فعالیتها و اهداف استفاده شود [۴].

در تکنیک تجزیه و تحلیل فرایند سلسله مراتبی آقای توماس. ال. ساتی [۱] جهت اولویت دهی اهداف بایستی مقایسات از بالاترین سطح شروع گردد با شناسائی اهدافی که در اولویت اجرا قراردارد سایر شاخه‌ها کنار گذاشته و مقایسه بعدی بین اهداف شاخه مربوطه صورت می‌پذیرد.اولویت دهی اهداف تا جائی ادامه پیدا می‌کند که هر شاخه به عمق خود برسد.

گام بعدی تعیین میزان اثربخشی پارامترهای طراحی بر روی اهداف اندازه گیری است.از آنجا که دراجرای تکنیک تجزیه و تحلیل فرایند سلسله مراتبی ازپرسشنامه‌هایی به صورت ماتریس مقایسات زوجی استفاده می‌شود. بکارگیری الگوریتمهای تفکیک پذیری همانندروش ضریب تشابه [۲]؛ الگوریتم‌های مبتنی بر مرتب سازی [۳]؛ الگوریتم شناسائی خوشه‌ای [۴]؛ الگوریتم شناسائی خوشه‌ای بسط داده شده [۵]؛ الگوریتمهای شاخه دار نمودن [۶] ابعاد ماتریس پرسشنامه ای را جهت تعیین اثربخشی پارامترهای طراحی بر روی اهداف کاهش می‌دهد [۸]و[۱۶].

زمان بندی استقرار و پیاده سازی سیستم

جهت استقرار لازم است تا شبکه آن ترسیم گرددو با توجه به اصل اطلاعات؛ اولویت اجرا با پارامتر طراحی خواهد بود که احتمال تحقق هدف را حداکثر نماید.شبکه مربوط به فعالیتها به صورت نمودار شماره (۴) ترسیم می‌گردند [۱۰].

بر آورد زمانی از تکمیل فعالیتها توسط افراد خبره صورت می گیرد.از آنجا که شبکه به لایه‌های مختلف شکسته شده است زمان استقرار هر لایه را می‌توان بوسیله مدل زیر بدست آورد.

1. Thomas Saaty
2. Similarity Coefficient Methods
3. Sorting Based Algorithms
4. Cluster Identificatin Algorithm
5. Extened Ci Algorithm
6. Branching Algorithms

Archive of SID

www.SID.ir

مدل خطی حرکت پیش رو برای بدست آوردن زودترین زمـان شـروع و زودتـرین زمان ختم هر فعالیت بصورت زیر تعریف می شود.

مدل ۱

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

$$st:$$

$$S_{.1} = 0$$

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

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

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

W:فعالیتهای شبکه

Nگره های شبکه

$i < j$ گره اَمقدم 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 می‌دهد.

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

$$st:$$

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

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

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

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

EF_{IJ} زودترین زمان ختم فعالیتهاحاصل از (مدل ۱)

T=$\max(EF_{ij})$:زمان ختم پروژه

طراحی سیستم تولیدی ناب بوسیله تکنیک ابزار -هدف در شرکت جهان افروز

مدیران شرکت جهان افروز با واژه سیستم تولیدی ناب آشنا بوده و این سیستم قـبلا توسـط یکی از مهندسان این شرکت طراحی گردیده است .در پـروژه انجـام شـده عناصـر سیـستم تولیدی ناب مشخص و با تدوین پرسشنامه وضعیت فعلی شرکت در هـر یـک از مـوارد بـا معیار سطح اول تا پنجم شناسائی شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

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

نمودار ۴. ترسیم شبکه سیستم طراحی شده

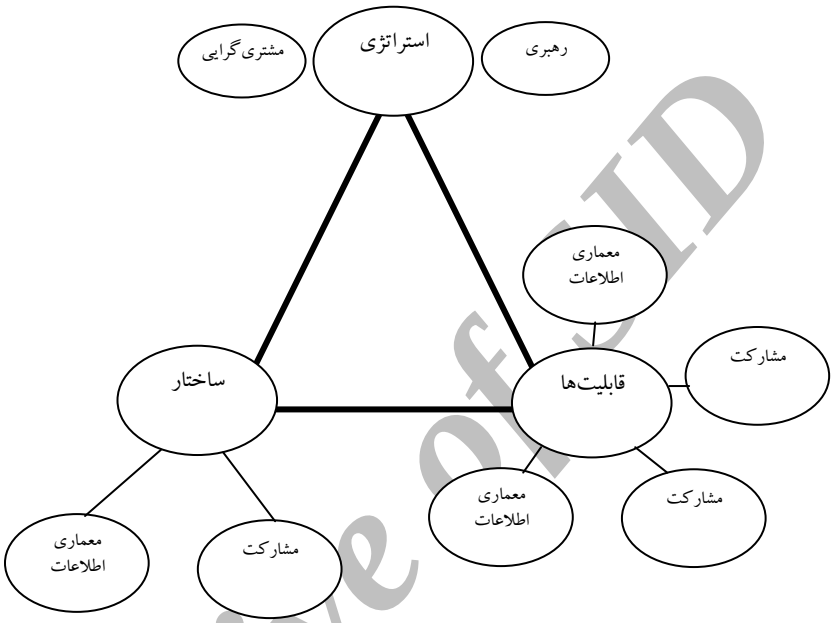
سه رکن اصلی درطراحی سیستم تولیدی ناب برنامه‌ریزی استراتژیک-ساختار سازمانی و قابلیتهای نیروی انسانی می‌باشد. برنامه‌ریزی استراتژیک در مشتری گرائی و رهبری خلاصه می‌شود،ساختار سازمانی شامل سازماندهی ناب، مشارکت، معماری اطلاعات می‌باشد.اجزا و عناصر قابلیتها شامل فرهنگ بهبود، نظام تولید ناب، مدیریت تجهیزات و مهندسی ناب است که ارتباط آنها در نمودار شماره (۵) نشان داده شده است. در طراحی سیستم تولیدی با استفاده از تکنیک ابزار -هدف ازنظام پیشنهادی جکسون و جونز (۱۹۹۶) استفاده شده است. مدل سلسله مراتبی ابزار-هدف مبنائی در طراحی سیستم تولیدی ناب و حذف فعالیتهای غیر ارزش افزوده بوده ودر راستای انجام طراحی ازابزاریهائی استفاده شده که هدف مربوطه را ارضاء نماید.تعریف اهداف تا سطح خاصی انجام شده و از طرفی درجه تحقق و اثربخشی ابزارها بر روی اهداف در این تکنیک مشخص نمی‌باشد. سیستم تولیدی ناب بوسیله تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات نیز در این شرکت انجام شده که بدلیل حجم وسیع اطلاعات در این مقاله ارائه نمی شود اما برای نظر سنجی افراد خبره به ضمیمه پرسشنامه به آنها ارائه گردید. در طراحی سیستم تولیدی ناب به روش طراحی مبتنی بر بدیهیات از اصول بدیهی بیان شده استفاده گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی مطلوبیت سیستم طراحی شده توسط دوتکنیک

سیستم تولیدی ناب بوسیله دو تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات و تکنیک ابزار – هدف در شرکت جهان افروز طراحی شده و با نظرسنجی از کارشناسان و مهندسان فرضیه تعریف شده در این تحقیق مورد آزمون قرار گرفته است. جدول زیر نظرات کارشناسان را نشان می‌دهد.



نمودار ۵. نه کلید توسعه در استقرار سیستم تولیدی ناب

آزمون فرضیه

سیستم تولیدی ناب طراحی شده بوسیله تکنیک مبتنی بر بدیهیات که در شرکت جهان‌افروز انجام شده و هم‌چنین سیستم تولیدی ناب طراحی شده بر اساس تکنیک ابزار- هدف به ضمیمه پرسشنامه به ۳۲ نفر ازمتخصصان فارغ التحصیل رشته‌های صنایع – مدیریت-مکانیک در مقاطع دکتری-کارشناسی ارشد و کارشناسی ارسال گردید و در طی نشستی دوستانه مدل طراحی شده تشریح گردید.

Archive of SID

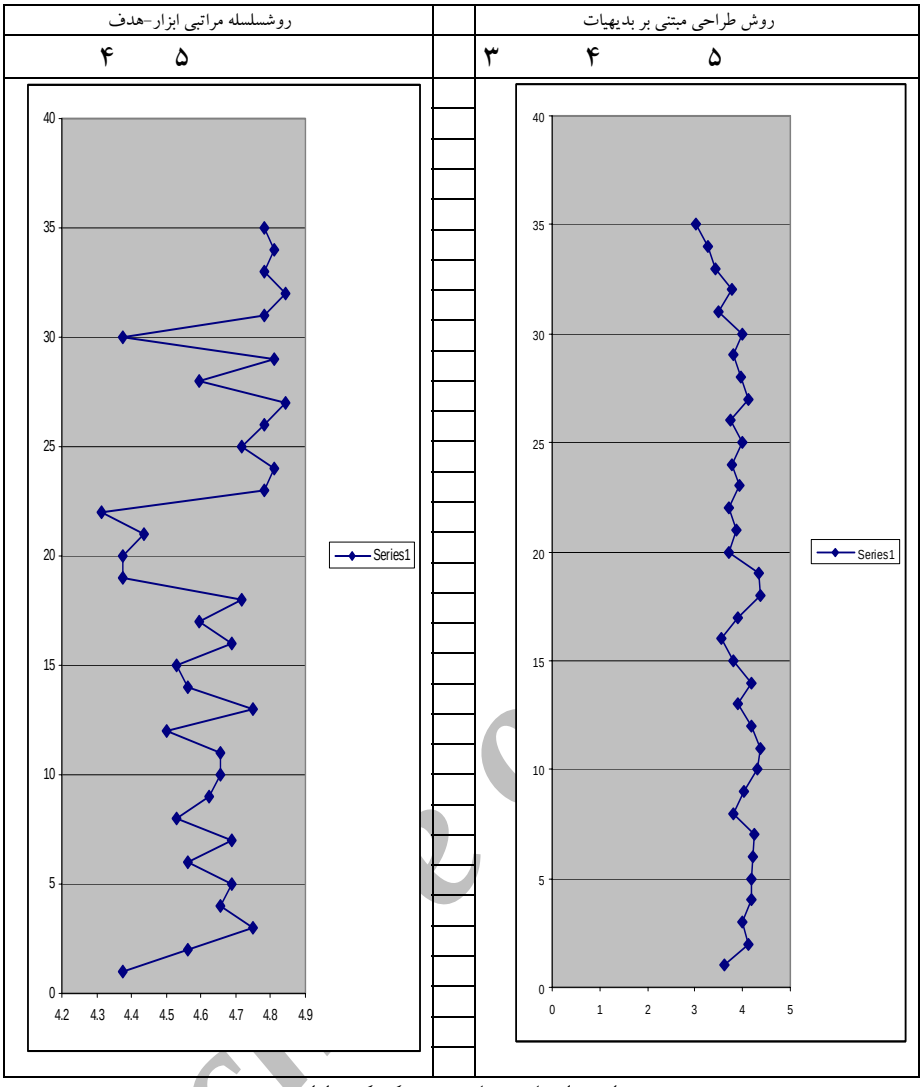
www.SID.ir

پرسشنامه۱. ارزیابی مطلوبیت سیستم طراحی شده

عالی	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف		خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب	عالی
۹	۱۰	۵	۸		۱-توجه به ارضاء نیازهای متغیر مشتریان			۵	۱۰	۱۷
۱۰	۱۶	۶			۲-توجه به کاهش زمان پاسخ و ارسال بموقع کالا و خدمات به مشتریان			۲	۱۰	۲۰
۱۰	۱۴	۶	۲		۳-توجه به ارسال کالا در اندازه سفارش شده			۱	۶	۲۵
۱۲	۱۴	۶			۴- ایجاد سیستم موثر برای گرفتن بازخورد از مشتری			۳	۵	۲۴
۱۵	۱۰	۵	۲		۵- توجه به کاهش موجودی بین راهی			۱	۸	۲۳
۱۶	۹	۵	۲		۶- توجه به متوازن ساختن خط تولید.			۳	۸	۲۱
۱۵	۱۰	۷			۷- توجه به استاندارد سازی			۲	۶	۲۴
۸	۱۴	۶	۴		۸- توجه به قابلیت ساخت کالا در یک فرایند مستمر و به صورت جریان تکی			۵	۵	۲۲
۱۱	۱۴	۴	۳		۹- توجه به کاهش زمان راه اندازی			۳	۶	۲۳
۱۳	۱۶	۳			۱۰-توجه به تعمیرات پیشگیرانه			۳	۵	۲۴
۱۵	۱۴	۳			۱۱-توجه به کاهش ضایعات ناشی از نگهداری مواد			۴	۳	۲۵
۱۳	۱۲	۷			۱۲- توجه به کاهش ضایعات ناشی از پردازش		۲	۲	۶	۲۲
۱۰	۱۲	۷	۳		۱۳- توجه به کاهش ضایعات ناشی از حرکات زائد			۲	۴	۲۶
۱۳	۱۴	۳	۲		۱۴- توجه به کاهش ضایعات ناشی ازساخت کالاهای معیوب			۳	۸	۲۱
۹	۱۱	۹	۳		۱۵- توجه به کاهش ضایعات ناشی از حمل و نقل			۵	۵	۲۲
۸	۷	۱۲	۵		۱۶-توجه به سازماندهی مکان کاری کارکنان			۲	۶	۲۴
۸	۱۵	۷	۲		۱۷-ایجاد زمینه جهت مشارکت کارکنان			۴	۵	۲۳
۱۶	۱۲	۴			۱۸-توانمند سازی کارکنان در قالب کار گروهی			۲	۵	۲۵
۱۴	۱۵	۳			۱۹-توجه به آموزش مستمر کارکنان			۶	۸	۱۸
۴	۱۸	۷	۳		۲۰-توجه به بروز توانائی و استعدادهای افراد		۱	۴	۹	۱۸
۱۰	۱۱	۸	۳		۲۱-ایجاد زمینه جهت ارائه ایده و پیشنهادات		۱	۴	۷	۲۰
۸	۱۱	۹	۴		۲۲-ایجادزمینه جهت مشارکت مدیران و کارکنان درحل مسائل		۲	۳	۱۰	۱۷
۱۰	۱۲	۸	۲		۲۳-وظایف هر پست مشخص می‌باشد			۱	۵	۲۶
۸	۱۳	۷	۴		۲۴-در دسترس بودن اطلاعات مورد نیاز برای افراد			۲	۲	۲۸
۱۰	۱۴	۶	۲		۲۵-ایجادسیستمی برای اندازه گیری کیفیت در تمامی مراحل تولید			۲	۵	۲۵
۱۱	۸	۷	۶		۲۶- توجه به کشف عیوب در هر مرحله			۲	۳	۲۷
۱۳	۱۲	۵	۲		۲۷-جلوگیری ازانتقال خطای انسانی با استفاده از ابزارهای کنترلی			۱	۳	۲۸
۹	۱۴	۸	۱		۲۸-توجه به ایجادروابط بلند مدت با عرضه کنندگان			۳	۷	۲۲
۹	۱۲	۷	۴		۲۹- مشارکت با عرضه کنندگان در ارتقاء کیفیت کالا و خدمات				۶	۲۶
۱۲	۱۱	۶	۳		۳۰-تشریک مساعی درارسال اطلاعات مورد نیاز		۲	۴	۶	۲۰
۴	۱۰	۱۶	۲		۳۱-قابل درک بودن سیستم طراحی شده			۲	۳	۲۷
۸	۱۴	۵	۵		۳۲-اهداف سازمانی برای افراد مشخص می‌باشد			۱	۳	۲۸
۴	۱۲	۱۰	۶		۳۳-وجودارتباط منطقی بین عناصر سیستم طراحی شده			۱	۵	۲۶
۳	۱۰	۱۲	۷		۳۴-اهداف بطور عملیاتی مشخص شده اند			۱	۴	۲۷
۲	۵	۱۷	۸		۳۵-روشها و رویه‌های رسیدن به اهداف مشخص شده‌اند			۲	۳	۲۷

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱. ارزیابی مقایسه دو تکنیک طراحی

آزمون مقایسه زوجی

هدف از انجام این تحقیق مقایسه مطلوبیت سیتم طراحی شده توسط دو تکنیک طراحی می‌باشد. که بهمین منظور آزمون آنها از فرضیه تطبیقی[1] استفاده می‌شود.

1. Comprative

Archive of SID

www.SID.ir

مراحل تست آزمون

الف) تعریف فرضیه صفر و فرضیه مقابل

طراحی سیستم تولیدی ناب بوسیله تکنیک مبتنی بر بدیهیات از لحاظ کارآمدی برابر با طراحی سیستم تولیدی ناب بوسیله تکنیک ابزار-هدف در شرکت جهان افروزمی باشد $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

طراحی سیستم تولیدی ناب بوسیله تکنیک مبتنی بر بدیهیات کارآمدتر از طراحی سیستم تولیدی ناب بوسیله تکنیک ابزار-هدف شرکت جهان افروز نمی باشد $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

ب) تعیین مقدار سطح خطا یا سطح اطمینان

در این تحقیق از $\alpha = ۰/۰۱$ استفاده شده است

ج) تعیین مقادیر بحرانی

د) محاسبه تفاوتهای زوجی d

هـ) محاسبه آماره آزمون

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}$$

و) نتیجه گیری

بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده محاسبات بصورت زیر می‌باشد.

$n = ۳۲$ تعداد نمونه

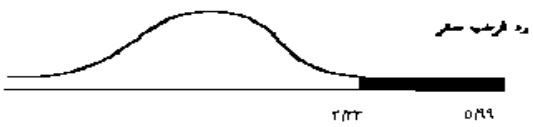
$\Sigma d = ۸۰۷$

$\bar{d} = ۲۵/۲۱۸۷۵$

$S_d = ۲۱/۳$ انحراف معیار

$$t = \frac{۲۵/۲۱۸۷۵}{۲۱/۷۳ / \sqrt{۳۲}} = ۵/۹۹$$

ج) مقادیر بحرانی در سطح ۹۹٪



Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از آزمون فرضیه

شا خص‌ها و مولفه‌های اندازه گیری کارآمدی و مطلوبیت سیستم طراحی شده توسط پرسشنامه ای تعیین و کارشناسان و افراد خبره آن را پر نموده اند.

نتیجه آزمون آماری نشان می‌دهد که در سطح ۹۹٪ اطمینان می‌توان بیان کرد که طراحی سیستم تولیدی ناب به وسیله تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات کار آمدتر از طراحی سیستم تولیدی ناب به کمک تکنیک سلسله مراتبی ابزار –هدف می‌باشد.

مقایسه و ارزیابی مدل طراحی شده با استفاده از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات نسبت به تکنیک ابزار– هدف نشان می‌دهد که

۱. درک روابط بین اجزاء سیستم و اجرای سیستم طراحی شده ساده و قابل فهم تراست.
۲. با توجه به محدویتهای موجود (مالی؛انسانی و ...) امکان طراحی و پیاده سازی سیستم در فازهای مختلف وجود دارد..
۳. کنترل سیستم در قالب درجه تحقق اهداف عملیاتی میسر می‌باشد.
۴. نوع ابزار تحقق اهداف عملیاتی در هر مرحله مشخص شده بطوریکه مدیران و مسئولان استقرار سیستم بدانند جهت تحقق اهداف از چه پارامترهائی استفاده نمایند. و در هر زمان چند درصد از تابع هدف را ارضاء کرده اند.

نتایج تحقیق

از یافته‌های تحقیق انجام گرفته این است که جهت تسهیل سنجش اصول مطروحه در طراحی سیستم تکنیکهائی معرفی وارائه شده است.این تکنیکها نوع رابطه بین پارامترهای طراحی و نیازهای عملکردی را از حالت صفر ویک به اعداد بین صفر و یک تبدیل می‌نمایند. با تعیین درجه تاثیرپذیری پارامترهای طراحی بر روی نیازهای عملکردی می‌توان 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 با عث می‌شود تا در طراحی شبکه رویکرد تحلیلی داشته و باآزمون فرضیه این نتیجه حاصل گردید که طراحی سیستم تولیدی ناب بر اساس تکنیک مبتنی بر بدیهیات کارآمدتر از طراحی سیستم تولیدی ناب بر اساس تکنیک سلسله مراتبی ابزار–هدف می‌باشد.

از نتایج فرعی حاصله از این تحقیق این است که در طراحی و مدلسازی سیستم‌های بزرگ اجتماعی و تولیدی از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات با ایجاد نگرش چند لایه ای

Archive of SID

www.SID.ir

به سیستم استفاده نمود. افزایش متغیرهای تصمیم و محدودیتهای مسئله در سیستمهای پیچیده و بزرگ موجب می‌شود تا مدلسازی امری دشوار و غیر ممکن شده و بهینه سازی آنهانیز با مشکلاتی همراه باشد. از جمله مشکلات موجود این است که باگذشت زمان پارامترهای مسئله تغییر نموده و اندازه‌گیری اثر تغییرپذیری متغیرها برروی تابع هدف بسادگی امکان پذیر نمی باشد.

نگرش چند لایه ای درمدلسازی موجب می‌شود تا تقسیم کار بین افراد تیم پروژه بسادگی ایجاد شود.افراد تیم می‌توانند جهت مدلسازی ،تعدادی از مسائل فرعی راانتخاب و برحسب نیازازانواع مدلهای برنامه‌ریزی از جمله خطی، غیرخطی، عددصحیح- صفر و یک، برنامه ریزی آرمانی و پویا و ... استفاده نمایند.

پیشنهادات

۱. 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 زمینه‌های مختلفی از جمله طراحی کالا-طراحی نرم افزار-برنامه ریزی استراتژیک و ....بکارگیرند.

لذا محققان و دانشجویان با توجه به جدید بودن این تکنیک می‌توانند ضمن تقویت مبنای تئوریکی طراحی مبتنی بر بدیهیات ؛در طراحی سیستم‌های تولیدی از جمله سیستم تولیدی هولونیک ؛سیستم تولیدی فرکتال ؛سیستم تولیدی بایونیک و غیره از آن استفاده نمایند.

۲. محققان می‌توانند در مدلسازی مسائل واقعی از طراحی مبتنی بر بدیهیات استفاده نموده و مسائل و مشکلات موجود را با نگرش چند لایه ای مدلسازی نمایند. مدلسازی مسائل و مشکلات بعنوان مهم ترین وظیفه در بهینه سازی محسوب می‌شود.هر چه مدل طراحی شده بتواندنماینده واقعی تری ازمحیط تصمیم گیری باشدجواب استخراج شده از اعتبار بالاتری برخوردارخواهد بود.این امراهمیت و لزوم توجه به امر مدلسازی را می‌رساند.

۳. تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات ضمن توجه به نیاز مشتریان ؛سیستم را از کل به جزء می‌شکند. درحقیقت این تکنیک نوعی مهندسی معکوس است که برای طراحی سیستم‌ها قابل بکارگیری می‌باشد.

۴. در فرایند ایجاد مدیریت زنجیره عرضه می‌توان از تکنیک مبتنی بر بدیهیات استفاده نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

۵. شناخت بیشتر نسبت به انسان و نیازهای وی و تکوین تئوریهای مربوط به آن در عرصه زمان بعنوان عواملی در همگرائی بین سیستم‌های تولیدی محسوب می‌شوند. تکامل پذیری علوم و گذشت زمان زمینه ایجاد همگرائی بین متدولوژی سیستم‌های تولیدی را فراهم آورده است.از طرفی توجه به مشتری و نظرات وی باعث شده تا مشتریان قدرت انتخاب کالا از هر تولید کننده ای را داشته باشند.لذامحققان ودانشمندان فلسفه‌های تولیدی جدیدی را معرفی نموده اند.امروزه ملاک و معیار تصمیم گیری مشتریان درانتخاب محصول شامل تمامی ابعاد کیفیت،بهای تمام شده ،سرعت و تنوع است.برای ارضاء نیاز مشتریان ضرورت دارد که سیستم تولیدی مناسب طراحی گردد. برای طراحی سیستم‌های تولیدی می‌توان از طراحی مبتنی بر بدیهیات استفاده نمود.

هم چنین در تعریف سیستم تولیدی ضرورتا به سیستم تولیدی خاصی محدود نشده بلکه می‌توان از توانمندیهای سیستم‌های مختلف بصورت ترکیبی استفاده ودر طراحی سیستم تولیدی لحاظ نمود. توانائی طراحی مبتنی بر بدیهیات در این امر بسیار محسوس می‌باشد.

۶. با توجه به جدید بودن تکنیک و بدیع بودن آن در رشته مدیریت،حسابداری،اقتصاد زمینه برای تحقیق از لحاظ تئوریکی و کاربردی وجود دارد.انجام کنفرانس بین المللی دوسالانه نشان از پویائی و اهمیت این تکنیک می‌باشد.این تکنیک می‌تواند محقق را در هر زمینه ای که با واژه طراحی سروکار دارد کمک نماید.

۷. در این تحقیق زمان انجام فعالیتهادر سه قالب زمانی خوشبینانه ،محتمل و بدبینانه تخمین زده شده است اما از آنجا که تخمین زمانی انجام فعالیتهای پروژه استقرار سیستم فازی و مبهم می‌باشد لذا می‌توان از کنترل پروژه فازی استفاده نمود

پیشنهاد به سازمان

از آنجا که هدف شرکت جهان افروز در راستای کسب رضایت مشتریان و رقابت در عرصه جهانی بوده و مدیران و مهندسان شرکت نیز نسبت به پیاده سازی سیستم‌های نوین تولیدی ایمان دارند لذا پیشنهاد می‌گردد که برنامه استراتژیکی خود را بر اساس تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات طراحی و جدول زمانی را برای استقرار سیستم مورد نظر تهیه نمایندتا بتوانند با صرف اعمال بودجه بندی صحیح به آن دست یابند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. اصغر پور، محمد جواد (۱۳۷۷). تصمیم گیریهای چند معیاره؛ تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۲. کوشا، حمید رضا (۱۳۸۳). بکارگیری مدل حذف فراگیر فعالیتهای بدون ارزش افزوده در شرکت جهان افروز،پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف.

۳. شیخ، رضا (۱۳۷۷). کاربرد منطق فازی در تحلیل شبکه و مقایسه آن با روش کلاسیک، مجلهٔ صنایع، شماره ۱۷.

۴. مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳). پژوهش عملیاتی پیشرفته، تهران، نشر کتاب دانشگاهی، چاپ اول.

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

6. Avlah, A.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

7. Andreasen M.M. (1992), "Designing on a designer's workbench" *Proceedings of the 9th Wdkd Workshop*, Rigi, Switzerland,

8. Ballard, G. (2000). The Last Planner System of Production Control. School of Civil Engineering, Faculcy of Engineering, The University of Birmingham.

9. Ballard, G., Koskela, L., Howell, G and Zabelle, T. (2001). Production System Design: Work Structuring Revisited. LCI White Paper 11, January 24.

10. Cochran, D. S. (1999). "The Production System Design and Deployment Framework". Proceedings of the First International Conference on Axiomatic. Pp, 13-18.

Archive of SID

www.SID.ir

11. Cochran, D. S; Yong-Suk K and Jongyoon K. (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.

12. Dan B. (2000). "Parttioning Tasks To Product Development Teams” Proceedings of ICAD-First International Conference on Axiomatic Design Cambridge, MA – June 21-23-ICAD062.

13. Duane Steward, D.V.M, and Dervieic, T. (2004). “Integration Of Axiomatic Design And Project P Lanning”Proceedings of ICAD-The Third International Conference on Axiomatic Design-Seoul – June 21-24, 2004-ICAD-2004-28

14. 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

15. Gebala, D. A. and Suh, N. P., (1992) "An Application of Axiomatic Design", Research in Engineering Design, Vol. 3, pp149-162.

16. Kusiak A. (1998),Computational Intelligence In Design and Manufacturing-john Wiley & Sons,inc-

17. Mahmoud and Jamshidnezhad, B. (2002). "Contseptul 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

18. Satity. Thomas L. (1990) "Decision Making Forleaders" -Rws Publication;

19. Suh, N. P. (2001)., Axiomatic Design: Advances and Application,Oxford University Press-1-Suh, N., "Design And Operation Of Large Systems," Journal of Manufacturing Systems, Vol. 14, No. 3, pp 17-25.

20. Sushkov V.V; Mars N.J.I, and Wognum P.M. (1995), “Introduction to TIPS: A Theory for Creative Design”, AI in Engineering, Vol. 9. pp, 125-131.

21. 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.

22. Tate, D., and Nordlund M., (1996) “A Design Process Roadmap as a

Archive of SID

www.SID.ir

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,

23. Yong-Suk, K. (2003). "A Decomposition Based Approach To Integrate Product Design and Manufacturing System Design"International Journal of Production Economics) pp, 183–198.

24. Young. J; Ching, L. and hwang, S. (1992). "Fuzzy Mathematical Programming Methods and Application", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

25. Tatish, T. and Shaki- C.H. (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. pp, 125-131.

26. Yien, J.T and Tseng M.M. (2004), "A Manufacturing Systems Design Methodology," Proceedings of the 3rd CIRP Workshop On Design And Implementation Of Intelligent Manufacturing.

Archive of SID

www.SID.ir