طرح تعیین درجه سازگاری واحدها با سیستم JIT

محمد اقدسی
استادیار

سیامک نوری
دانشجوی دکترا

گروه مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در این تحقیق یك طرح کمی برای ارزیابی واحدهای تولیدی از نظر درجه سازگاری و قابلیت کاربرد سیستم JIT ارائه شده است. این طرح با استفاده از نظرسنجی متخصصین به روش دلفی کامل گشته است. در این طرح عناصر سیستم JIT به صورت سلسله مراتبی تنظیم گشته است.

عناصر سیستم با استفاده از نظرسنجی متخصصین به صورت دو به دو با هم مقایسه شده اند. از این مقایسه ضرایبی برای عناصر سیستم حاصل شده است. پاسخ های متخصصین در مقایسه عناصر سیستم از نظر درجه شاخص سازگاری آزمایش شده اند و پس از اطمینان از درجه بالای شاخص سازگاری در محاسبات دخالت داده شده اند. نظر تجمعی متخصصین با استفاده از میانگین هندسی به دست آمده است. از یك نرم افزار کامپیوتری مناسب برای محاسبه درجه اهمیت وزنی (ضرایب) هر یك از عناصر سیستم استفاده شده است. درجه اهمیت وزنی حاصل از نظر تجمعی متخصصین به عنوان ضرایبی ثابت در طرح تدوین شده اعمال گشته است. با استفاده از این طرح و اخذ اطلاعات از واحدهای تولیدی می توان موقعیت هر واحد را نسبت به هر یك از دسته عناصر اصلی سیستم و خود سیستم JIT سنجید و با تجزیه و تحلیل های آماری به تأثیر و تأثر متقابل آنها پی برد و مؤثرترین عوامل در هر واحد تولیدی مورد مطالعه را برای ارتقاء درجه سازگاری آن با سیستم JIT تحلیل کرد.

Compatibility Factors Using JIT System

M. Aghdassi
Assistant Prof.

S. Noori
Ph. D. Student

Industrial Eng. Dept. Tarbiat Modaress. Univ.

Abstract

Just-In-Time manufacturing is the concept of producing required items, in required quantity and at required time. It has received a wide attention now along not only as a technique for production control, but also as a philosophical concept for effective management.

In this research by reviewing many papers concerning JIT system, 72 factors & criteria are distinguished as important elements which affects compatibility

of the system with a certain management environment. These factors are classified into six main groups and then by a hierarchical classification of each factor, we have developed a quantitative model to determine the degree of compatibility of a certain business environment with the JIT system.

In this model each variable indicates the level of each factor in a certain organization, and the degree of improrttance of the factor is shown by a multiplier. The multipliers are estimated by a delphy's method using questionnaire survey and interview with JIT experts.

By substituting the amounts of variables concerning to a certain manufacturing organization into the model, we are able to determine the degree of adaptability of the organization with the JIT system.

مقدمه

یکی از مهمترین تلاش های شرکت های تولیدی افزایش بهره وری و راندمان و حذف تلفات و ضایعات است. سیستم تولید به موقع به دنبال افزایش کارائی از طریق کاهش موجودی، که در نگرش جدید مدیریت تولید منشأ تلفات و ضایعات تلقی می گردد، است. بدیهی است کاربرد نظریه تولید به موقع که به دنبال تحقق تولید اقلام لازم به مقدار لازم و در زمان لازم است، بدون ایجاد بهبودهای سخت افزاری و نرم افزاری مقدور نخواهد بود. این بهبودها شامل عواملی مانند قابلیت های تهیه کنندگان، نیروی انسانی، نگرش مدیریت، تکنولوژی، کیفیت، نگهداری و تعمیرات و ... می شود. بنابراین قابلیت کاربرد مفهوم JIT در شرکت های مختلف به وسیله بررسی و ارزیابی کمی و کیفی عوامل فوق مقدور خواهد بود.

تاکنون مقاله ای به بررسی و تجزیه و تحلیل عوامل فوق الذکر به صورت کامل نپرداخته است و اثرات این عوامل را در سازگاری واحدهای تولیدی با سیستم JIT بررسی نکرده است. مقالاتی وجود دارد که به تجزیه و تحلیل تعداد محدودی از عوامل پرداخته و به صورت غیر مستقیم اثرات متقابل آنها را با سیستم JIT بررسی کرده است. [۵، ۴، ۳، ۲، ۱]

در مقاله ای که توسط آقایان محمد جلالی، رافائیل موراس و ریچارد دودک [۱] به رشته تحریر درآمده است اثرات چهار پارامتر:

مقدار سفارش موجودی عملیاتی
(Operating Inventory Order Quantity)

تقاضای احتمالی که در طول یک سیکل وارد سیستم می شود
(Stochastic Demand Arrival of Up to One Cycle)

ذخیره اطمینان بالای سه واحد (کان بان) تولید
(Safety Stock of Up To 3 Units (Kanban) of Production)

ورود احتمالی عرضه تا بیش از سه سیکل
(Stochastic Arrival of Supply of Up to 3 Cycle)

روی زمان های تلف شده خط تولیدی (Production Line Idle Time) و زمان حمل موجودی (Carrying Time of Inventory) بررسی و تجزیه و تحلیل شده است.

آقای تستا تیکلاس [۲] از JIT به عنوان ابزاری که کل سیستم تولید را بهینه می کند، یاد کرده است و از دو فاکتور زمان تولید (Throughput Time) و هزینه کل واحد (Total Unit Cost) به عنوان معیارهایی برای ارزیابی سیستم استفاده کرده است. همچنین آقایان، مارتی کاینن، گویال و گاناسکاران [۳] به تجزیه و تحلیل سیستم JIT و طراحی آن پرداخته اند. آنها سیستم JIT را باتوجه به اثرات عمیقش در تمام عملیات طراحی، حسابداری، مالی، بازاریابی، توزیع، ساخت و .... طراحی کرده اند و هدف اصلی آنها از تحقیقاتشان بیشتر سنجش قابلیت اجرایی طرح پیشنهادی شان می باشد.

در این تحقیق یک طرح کمّی نسبتاً جامع برای تعیین درجه سازگاری (قابلیت کاربرد) سیستم JIT ارائه شده است. این طرح با استفاده از روش دلفی (نظرسنجی از متخصصین) کامل شده است.

۲ـ شرح کلی طرح

باتوجه به تعاریف، فلسفه و اهداف JIT و مطالعه جامعی پیرامون سیستم JIT به اصولی رسیدیم که با استفاده از آنها موقعیت هر واحد تولیدی را نسبت به شرایط لازم و کافی برای موفقیت سیستم JIT می توان تبیین کرد [۶]. اصول و مبانی زیربنایی برای سیستم

JIT در مقالات متعددی به بحث و تجزیه و تحلیل کشیده شده است [۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷] .در هر یک از مقالات به تعدادی از این اصول اشاره شده است. از مطالعه اکثر مقالات تحقیقی چنین استنباط می‌شود که تمام اصول ذکر شده هم سو هستند و همه آنها بستر تولید با حداقل هزینه، حداکثر کیفیت، حداکثر سود، بهبود مستمر، پویایی در تولید و ... را فراهم می‌آورند.

هیچ واحد تولیدی نمی‌تواند تمامی اصول سیستم JIT را به سرعت به کار گیرد. اما همه آنها می‌توانند کم و بیش این اصول را مورد استفاده قرار داده و از مزایای آن بهره‌مند گردند. با مطالعه بیشتر مقالات و کتب به یک دسته بندی کلی بین اصول یاد شده رسیدیم و آنها را به شش گروه اصلی تقسیم کردیم. این شش گروه عبارتند از:

۱ ـ قابلیت های تهیه کنندگان ؛
۲ ـ قابلیت های نیروی انسانی (کارگران و کارمندان)؛
۳ ـ نگرش مدیریت؛
۴ ـ قابلیت های فنی و تکنولوژیکی؛
۵ ـ کیفیت جامع؛
۶ ـ قابلیت های نگهداری و تعمیرات؛

در سطحی پایین‌تر برای هر یک از اصول کلی فوق‌الذکر، اصول جزئی را قرار دادیم و برای پنج گروه از اصول (همه اصول غیر از نگرش مدیریت) در همین سطح به تبیین و تجزیه و تحلیل آنها پرداختیم و برای اصل نگرش مدیریت در سطح سوم به تجزیه و تحلیل عناصر جزئی آن پرداختیم (شکل ۱).

همانطور که در شکل ۱ مشهود است، در آخرین سطح هر یک از اصول در مجموع به هفتاد و دو معیار برای ارزیابی و تعیین امتیاز برای سیستم JIT رسیدیم.

با امتیازهایی که برای هر یک از عناصر سیستم JIT از طریق پرسشنامه های ارسالی به متخصصین و آنالیز آنها به دست آمده و استفاده از آنها در طرح، می‌توان برای هر یک از گروه های اصلی عناصر سیستم JIT ودر نهایت برای کل سیستم JIT این طرح را برای صنایعی که قصد مطالعه به منظور تعیین موقعیتشان نسبت به این سیستم را دارند، اعمال کرد.

اگر پایین‌ترین سطوح اصول در نظر گرفته شود، در مجموع ۹ گروه مشخصه برای یک سیستم تولیدی JIT تدوین شده است که ۴ گروه آن مربوط به نگرش مدیریت می‌باشد که تا چهار سطح طبقه بندی شده‌اند و ۵ گروه مربوط به ۵ اصل اساسی دیگر است که در سطح سوم مشخصه هایشان ثبت شده است (شکل ۱).

روش های مختلفی برای ارزیابی هر یک از اصول مورد نظر (تهیه کنندگان ـ نیروی انسانی ـ نگرش مدیریت ـ سخت افزار ـ کیفیت جامع ـ نگهداری و تعمیرات) می‌توان پیشنهاد داد [۱۲]. تجزیه و تحلیل ابعادی (Didmensional Analysis) یک تکنیک ریاضی است که به طور سیستماتیک چند مشخصه مختلف با ابعاد (Dimensions) مختلف و اهمیت های نسبی متفاوت را به یک مقدار منفرد بدون بعد تبدیل می‌کند [۱۳]. با استفاده از تکنیک ریاضی فوق و تبدیل آن به فرم استانداردی که پاسخگوی نیاز ما باشد، می‌توان در هر سطح به ارزیابی اصول زیربنایی JIT در هر واحد تولیدی پرداخت. اساس ارزیابی، مشخصه های مختلفی است که با اهمیت های وزنی متفاوت ظاهر می‌شوند. طرح اولیه به صورت زیر می‌تواند بیان شود. [۱۴]

$$DA = \prod_{i=1}^{n} (X_i / Y_i)^{wi}$$

DA = (Dimensional Analysis)

X_i = وضعیت کنونی مشخصه i در سیستم تولیدی

Y_i = وضعیت استاندارد مشخصه i باتوجه به محیط تولیدی JIT

W_i = اهمیت نسبی مشخصه i

$i = 1, 2, ..., n$ تعداد مشخصه های هر اصل در سطح موردنظر

هر واحد تولیدی تحت محیط JIT با استفاده از این طرح، یک تهیه کننده را براساس تأمین منابع و مواد در زمان مقرر و معین با استفاده از ترکیبی از مشخصه های نامتجانس که انتظار می‌رود، هر تهیه کننده‌ای آنها را دارا باشد، می‌تواند ارزشیابی کند. مزیت اولیه طرح آنالیز ابعادی (DA) تبدیل یک ترکیب گسترده از مشخصات نامتجانس به یک رابطه ساده برای آشکارسازی موقعیت یک تهیه کننده و یا انتخاب یک تهیه کننده برتر می‌باشد. وزن ها (w_i) و مشخصه ها منعکس کننده ارزش مقیاس نسبی می‌باشند. مثلاً اگر وزن های ۸ و ۴ و ۲- را به سه مشخصه در نظر بگیریم. این ارقام نشان می‌دهند که اهمیت مشخصه اول دو برابر مشخصه دوم و چهار برابر مشخصه سوم است. باید توجه داشته باشیم که قدر مطلق وزن ها نشان دهنده اهمیت نسبی است. همچنین ضرورتی به در نظر گرفتن اندازه های همگونی برای مشخصه های مختلف نیست. زیرا خاصیت بدون بعد بودن طرح این اجازه را می‌دهد که فاکتورهای مختلفی مانند قیمت، درصد به موقع تحویل دادن، کیفیت، زمان حمل، و ... در طرح وارد شوند، بدون

داشتن هماهنگی خاصی در نحوه اندازه گیری بین مشخصه های مختلف.

اگر بخواهیم موقعیت یک واحد تولیدی JIT را نسبت به یکی از اصول زیربنایی آن (مثلاً تهیه کنندگان) به صورت درصدی یا عددی بین صفر تا یک بیان کنیم، کافی است، ریشه Σw_i ام طرف راست DA را محاسبه کنیم و یا آن را در عدد ۱۰۰ ضرب کنیم و به صورت درصدی بیان کنیم، در این صورت به عددی که موقعیت واحد تولیدی را از نظر تهیه کنندگان آن نسبت به حالت استاندارد محیط JIT بیان می کند دست یافته ایم.

$$DOA_s = \sqrt[w]{\prod_{i=1}^{n} (X_i / Y_i)^{wi}}$$

$$W = \sum_{i=1}^{n} w_i$$

DOA = Degree of Adaptabitily درجه قابلیت سازگاری

DOA_s = درجه قابلیت سازگاری تهیه کنندگان

برای تعیین درجه سازگاری واحدهای تولیدی با سیستم JIT کافی است از نتایج سطح پایین تر به عنوان وضعیت موجود هر اصل اساسی در واحد تولیدی مورد نظر استفاده کنیم و حالت استاندارد هر اصل را عدد یک در نظر بگیریم، بنابر این طرح کلی زیر مبین درجه سازگاری واحدهای تولیدی با سیستم JIT می باشد.

$$DOA_{JIT} = \sqrt[w]{(DOA_s/DOA_{ss})^{w1}(DOA_E/DOA_{ES})^{w2}(DOA_m/DOA_{ms})^{w3}(DOA_T/DOA_{TS})^{w4}(DOA_q/DOA_{qs})^{w5}(DOA_p/DOA_{ps})^{w6}}$$

DOA_{JIT} = درجه سازگاری کل سیستم

DOA_S = درجه سازگاری تهیه کنندگان سیستم

DOA_E = درجه سازگاری کارگران و کارمندان

DOA_m = درجه سازگاری نگرش مدیریت سیستم

DOA_T = درجه سازگاری سخت افزاری سیستم

DOA_q = درجه سازگاری کیفیت سیستم

DOA_P = درجه سازگاری نگهداری و تعمیرات سیستم

$$W = \sum_{i=1}^{6} w_i$$

اندیس دوم (S) در مخرج کسر مبین وضعیت استاندارد هر یک از اصول می باشد که اگر حالت ایده آل و نرمالیزه شده را در نظر بگیریم مخرج کسرها برابر یک (۱۰۰٪) خواهد شد.

۳ ـ تعیین درجه اهمیت (امتیاز) سازگاری تهیه کنندگان در سیستم JIT

یکی از اصول اصلی سیستم JIT تهیه کنندگان است. این عامل نقش به سزایی در موفقیت این سیستم دارد [۱۶، ۱۵، ۱۴]. در انتخاب تهیه کنندگان به معیارهای مختلفی می توان اشاره داشت ولیکن در شرایط عمومی برای سنجش تهیه کنندگان نسبت به سازگاری با سیستم JIT از معیارهای زیر استفاده می کنیم [۱۴].

ـ کیفیت
ـ قیمت
ـ پاسخ به سفارشات خاص
ـ به موقع بودن حمل
ـ پاسخ به مشکلات
ـ ذخیره سازی برای پاسخ به سفارش های احتمالی
ـ ثبات قیمت ها
ـ نزدیکی به کارخانه
ـ سهولت در سفارش

وقتی معیارهای فوق طی پرسشنامه ای به متخصصین JIT ارسال شد، نتایج حاصل از نظر ده متخصص به صورت جدول شماره ۱ حاصل شد.

هر یک از اعداد داخل جدول شکل ۱ حاصل میانگین هندسی پاسخ های اخذ شده از سوی متخصصین می باشد به عبارت دیگر:

$$E_{ij} = \sqrt[n]{e_{ij1} \cdot e_{ij2} \cdot \ldots \cdot e_{ijk}}$$

معیار iام در سطر جدول $i = 1, 2, 3, \ldots m$

معیار jام در ستون جدول $j = 1, 2, 3, \ldots m$

پاسخ k امین متخصص $k = 1, 2, 3, \ldots n$

E_{ij} = اهمیت نسبی (وزن نسبی) معیار iام به معیار jام

پاسخ های اخذ شده از سوی هر یک از متخصصین ابتدا از نظر سازگاری پاسخ ها با استفاده از نرم افزار Criterum امتحان شده اند. چنانچه شاخص سازگاری آنها کمتر از ۰/۱ بوده، پذیرفته شده است، در غیر این صورت با تجدید نظر در پاسخ ها از سوی متخصصین در نهایت به شاخص سازگاری قابل قبول (کمتر از ۰/۱) رسیده است.

باتوجه به این قضیه که وقتی تک تک پاسخ های ارائه شده در پرسشنامه ها از درجه سازگاری قابل قبولی برخوردار باشند، میانگین (هندسی) آنها نیز از درجه سازگاری قابل قبول برخوردار خواهد بود. [۱۷]

بنابراین پیش بینی می شدهاعداد داخل جدول شماره ۱ از درجه سازگاری خوبی برخوردار باشند. صحت این مطلب نیز با استفاده از نرم افزار Criterum مشخص شده است و شاخص سازگاری معادل ۰/۰۱ به دست آمده است که بسیار بالا است.

حال از اعداد این جدول که تصویری از نظر جمعی متخصصان JIT می باشد، برای امتیاز دادن به معیارهای تهیه کنندگان استفاده می کنیم. لازم به توضیح است که اعداد داخل جدول به دو دسته قابل تقسیم هستند. یکی آنهایی که بیشتر از ۱ هستند که مفهوم آن برتری معیار سطر نسبت به معیار ستون است و دیگری آنهایی که کمتر از ۱ هستند که مفهوم آن برتری معیار ستون نسبت به معیار سطر می باشد. اعداد کمتر از ۱ را به صورت معکوس با علامت منفی نمایش می دهیم. برای اینکه اولاً قابل استفاده مستقیم برای نرم افزار موردا ستفاده باشند. ثانیاً تصویر روشن تری از برتری نسبی معیارهای ستون نسبت به معیارهای سطر بدهد. اینک برای محاسبه امتیاز هر عنصر به صورت زیر عمل می کنیم.

$$e_i = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^{m} \alpha_{ij}}$$

$$w_i = e_i \sqrt{\sum_{i=1}^{m} e_i}$$

$e_i =$ امتیاز خام معیار iام

$\alpha_{ij} =$ میانگین هندسی وزن معیار iام نسبت به معیار jام

$i = 1, 2, ..., m$

$j = 1, 2, ..., m$

$w_i =$ امتیاز نرمالیزه شده معیار iام

با انجام محسبات به روش فوق و استفاده از نرم افزار کامپیوتری Criteram امتیازات زیر برای هر یک از معیارهای نه گانه تهیه کنندگان حاصل شد.

- کیفیت 30.3%
- قیمت 7.8%
- پاسخ به سفارشات خاص 5.8%
- به موقع بودن حمل 16%
- پاسخ به مشکلات 8%
- ذخیره سازی 11.1%
- ثبات قیمت ها 8.6%
- نزدیکی به کارخانه 7.2%
- سهولت در سفارش 5.1%

حال برای تعیین درجه اهمیت سازگاری تهیه کنندگان واحدهای تولیدی با سیستم JIT از طرح زیر و با استفاده از امتیازهای فوق به عنوان ضرایبی ثابت در طرح استفاده می کنیم. [۶]

$$DOA_s = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{S_1}{S_{1s}}\right)^{30.3} \left(\frac{S_2}{S_{2s}}\right)^{7.8} \left(\frac{S_3}{S_{3s}}\right)^{5.8} \left(\frac{S_4}{S_{4s}}\right)^{16} \left(\frac{S_5}{S_{5s}}\right)^{8} \left(\frac{S_6}{S_{6s}}\right)^{11.1} \left(\frac{S_7}{S_{7s}}\right)^{8.6} \left(\frac{S_8}{S_{8s}}\right)^{7.2} \left(\frac{S_9}{S_{9s}}\right)^{5.1}} \quad (1)$$

DOA_s: درجه سازگاری تهیه کنندگان

$S_1, S_2, ..., S_9$: وضعیت کنونی هر یک از معیارهای نه گانه تهیه کنندگان

$S_{1s}, S_{2s}, ..., 5_{9s}$: وضعیت استاندارد هر یک از معیارهای نه گانه تهیه کنندگان باتوجه به سیستم JIT

لازم به ذکر است که طی پرسشنامه ای جداگانه که متناظر با هر یک از معیارهای فوق الذکر می باشد واز سطح واحدهای تولیدی مورد مطالعه، اطلاعات آن جمع آوری می شود، S_iها قابل تهیه می باشند و S_{is} ها نیز باتوجه به سیستم JIT قابل تعریف می باشند. بنابراین از طرح فوق عددی به عنوان درجه سازگاری تهیه کنندگان یک واحد تولیدی با سیستم JIT و یا بالعکس قابل حصول است.

٤ ـ تعیین درجه اهمیت و سازگاری قابلیت های نیروی انسانی در سیستم JIT

منافع و موفقیت های فراوانی در گروی نیروی انسانی در محیط های تولیدی می باشد. مشخصه های اساسی نیروی انسانی که تضمین کننده موفقیت سیستم JIT باشد عبارتند از : [۱۸]

- چند مهارته بودن کارگران
- انعطاف پذیر بودن کارگران
- مهارت در تجزیه و تحلیل های کمی
- مهارت های ارتباطی
- مهارت های حل مسئله
- توانایی کار گروهی
- توانایی بازرسی و کنترل کارخود
- خود انضباطی
- علاقه مندی به موفقیت شرکت

پس از ارسال معیارهای فوق طی پرسشنامه به متخصصین JIT و اخذ نتایج و میانگین گیری هندسی از تمام پاسخ ها، جدول شماره ۲ به عنوان نتیجه نهایی

نظرات متخصصین حاصل شد. لازم به ذکر است همانطور که در قسمت قبل (تهیه کنندگان) توضیح داده شده، تمام فرآیند مربوط به تست سازگاری پاسخ ها و تعیین شاخص های سازگاری، در حد قابل قبول با استفاده از نرم افزار مناسب، روی تمام پاسخ پرسشنامه ها انجام شده است و در نهایت برای میانگین پاسخ ها شاخص سازگاری قابل قبول حاصل گشته است.

از نتایج مندرج در جدول شماره ۲، برای محاسبه امتیاز هر معیار به روش ذکر شده در قسمت قبل استفاده شده و امتیازات زیر برای هر یک از معیارهای نه گانه کارکنان به دست آمده است.

- چند مهارته بودن کارگران 12.2%
- انعطاف پذیری کارگران % 8.6
- مهارت در تجزیه و تحلیل های کمی % 7.3
- مهارت های ارتباطی 8.1%
- مهارت های حل مسئله 9.9%
- توانایی کار گروهی 13.6%
- توانایی بازرسی و کنترل کار خود 11.7%
- خود انضباطی 12.8%
- علاقه مندی به موفقیت شرکت % 15.7

اینک با توجه به امتیازات فوق رابطه ریاضی (۲) را به عنوان طرحی برای تعیین درجه سازگاری کارکنان واحدهای تولیدی به سیستم JIT، پیشنهاد می دهیم.

$$DOA_E = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{E_1}{E_{1s}}\right)^{12.2} \left(\frac{E_2}{E_{2s}}\right)^{8.6} \left(\frac{E_3}{E_{3s}}\right)^{7.3} \left(\frac{E_4}{E_{4s}}\right)^{8.1} \left(\frac{E_5}{E_{5s}}\right)^{9.9} \left(\frac{E_6}{E_{6s}}\right)^{13.6} \left(\frac{E_7}{E_{7s}}\right)^{11.7} \left(\frac{E_8}{E_{8s}}\right)^{12.8} \left(\frac{E_9}{E_{9s}}\right)^{15.7}} \quad (۲)$$

درجه سازگاری کارکنان: DOA_E

وضعیت کنونی هر یک از معیارهای نه گانه کارکنان: $E_1, E_2, ..., E_9$

وضعیت استاندارد هر یک از معیارهای کارکنان با توجه به سیستم JIT: $E_{1s}, E_{2s}, ..., E_{9s}$

با استفاده از طرح فوق و اطلاعات حاصل از واحدهای تولیدی مورد مطالعه می توان به درجه سازگاری کارکنان یک واحد تولیدی با سیستم JIT دست یافت.

جدول (۱) قابلیت های تهیه کنندگان

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
	مشخصه ها ،معیارهای مورد مقایسه	کیفیت	قیمت	پاسخ به سفارشات خاص	عملکرد حمل (درصد به موقع بودن)	پاسخ به مشکلات	ذخیره سازی برای پاسخ به نیازهای کمپانی	ثبات قیمت ها	نزدیک بودن به کمپانی مادر	سهولت در سفارش
۱	کیفیت	۱	۴/۹۵	۳/۹	۲/۱	۴	۲/۹۳	۳/۸۳	۳/۹۲	۴/۵۸
۲	قیمت		۱	۱/۲۹	۰/۶۳ -۱/۶	۱/۰۴	/۸ -۱/۲۵	/۹ -۱/۱	/۹۴ -۱/۰۷	۱/۵۲
۳	پاسخ به سفارشات خاص			۱	۰/۳۳ -۳/۰۷	۰/۷۳ -۱/۳۷	۰/۴۲ -۲/۳۸	۰/۷ -۱/۴۳	۰/۷۷ -۱/۲۹	۱/۱۲
۴	عملکرد حمل (درصد به موقع بودن)				۱	۲/۴۳	۱/۷	۱/۴۳	۲/۴	۳/۲۲
۵	پاسخ به مشکلات					۱	۰/۷ -۱/۴۳	۱	۱/۲۹	۱/۸۷
۶	ذخیره سازی برای پاسخ به نیازهای کمپانی						۱	۱/۱۷	۱/۷۹	۲/۴
۷	ثبات قیمت ها							۱	۰/۹۶ -۱/۰۴	۱/۶۸
۸	نزدیک بودن به کمپانی مادر								۱	۱/۲۵

جدول (۲) نیروی انسانی (کارگران و کارمندان)

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
	مشخصه ها و معیارهای مورد مقایسه	چند مهارته بودن کارگران	انعطاف پذیر بودن کارگران	مهارتهای جمع‌آوری Data و تجزیه و تحلیل کمی مشکلات	مهارتهای ارتباطی	علاقه و مهارتهای حل مسئله	توانایی کار گروهی	توانایی بازبینی و ارزیابی کار خود	خود انضباطی	علاقمندی به موفقیت شرکت
۱	چند مهارته بودن کارگران		۱/۲۹	۱/۵۱	۱/۷۴	۱/۳۹	۱	۰/۹۳ -۱/۰۸	۰/۷۹ -۱/۲۵	۰/۷۵ -۱/۱۷
۲	انعطاف پذیر بودن کارگران			۱/۱	۱/۱۷	۰/۸۲ -۱/۲۲	۰/۶ -۱/۶۶	۰/۷ -۱/۴۳	۰/۷ -۱/۴۳	۰/۵۵ -۱/۷۹
۳	مهارتهای جمع‌آوری Data و تجزیه و تحلیل کمی مشکلات				۰/۹۶ -۱/۰۴	۰/۸۲ -۱/۲۲	۰/۵۱ -۱/۹۵	۰/۶ -۱/۶۷	۰/۵۴ -۱/۸۴	۰/۳۸ -۲/۶
۴	مهارتهای ارتباطی					/۸ -۱/۲۴	/۶۵ -۱/۵۳	/۷۷ -۱/۲۹	/۷ -۱/۴۳	/۴۹ /۲۰۳
۵	علاقه و مهارتهای حل مسئله						/۶۸ -۱/۴۷	/۹ -۱/۱	/۸۵ -۱/۱۷	/۶۸ -۱/۴۷
۶	توانایی کار گروهی							۱/۲۲	۱/۱	/۸۵ -۱/۱۷
۷	توانایی بازبینی و ارزیابی کار خود								/۸۲ -۱/۲۲	/۸۲ -۱/۲۲
۸	خود انضباطی									/۷۹ -۱/۲۷

جدول (۳) نگرش مدیریت

ردیف		۱	۲	۳	۴
	مشخصه ها و معیارهای مورد مقایسه	مدیریت موجودی	مدیریت تولید	مدیریت کیفیت	منش و خط مشی مدیریت
۱	مدیریت موجودی		/۴۹ -۲/۰۲	/۳۳ -۴	/۳۰ -۳/۳۲
۲	مدیریت تولید			/۶۸ -۱/۴۷	/۵۵ -۱/۸۱
۳	مدیریت کیفیت				/۷۴ -۱/۳۴
۴	منش و خط مشی مدیریت				

۵ـ درجه اهمیت نگرش مدیریت

مدیریت و نگرش او عنصر مهمی در حمایت از راهبرد نظام تولیدی JIT است. این نگرش در مورد موجودی، تولید، کیفیت و منش و خط مشی مدیریت مطرح است. [۱۹] ابتدا درجه اهمیت هر یک از موارد چهارگانه فوق را باتوجه به تحقیقات انجام شده باید معین کرد و سپس به بررسی امتیازات هر یک از معیارهای داخلی آن پرداخت.

طبق جدول شماره ۳ نتایج نهایی حاصل از نظرات متخصصین در باره درجه اهمیت هر یک از نگرش های چهارگانه مدیریت به شرح زیر می باشد.

- مدیریت موجودی 10.6%
- مدیریت تولید 21%
- مدیریت کیفیت 30.4%
- منش و خط مشی مدیریت 37.9%

لازم به یادآوری است که تمام مراحل ذکر شده در قسمت های قبلی برای محاسبات درجه اهمیت هر یک از موارد فوق انجام شده است و شاخص سازگاری ، در نهایت برای میانگین پاسخ ها صفر شد. حال برای محاسبه درجه سازگاری نگرش مدیریت واحدهای تولیدی با سیستم JIT از رابطه ریاضی شماره (۳) استفاده می کنیم.

$$DOA_m = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{M_1}{M_{12}}\right)^{10.6} \left(\frac{M_2}{M_{2s}}\right)^{21} \left(\frac{M_3}{M_{3s}}\right)^{30.4} \left(\frac{M_4}{M_{4s}}\right)^{37.9}} \quad (۳)$$

M_4, M_3, M_2, M_1 از مراحل سطوح پایین خود قابل محاسبه هستند. بنابر این ابتدا باید به محاسبه درجه سازگاری نگرش های چهارگانه به صورت مجزا پرداخت و سپس با استفاده از رابطه شماره (۳) به تعیین درجه سازگاری نگرش مدیریت واحدهای تولید پرداخت.

۱ـ۵ـ درجه اهمیت نگرش مدیریت موجودی

معیارهایی که برای مدیریت موجودی عمومیت بیشتری دارند و نگرش مدیریت را نسبت به آنها باید جویا شد عبارتند از: [۱۹]

- کاهش اندازه انباشته
- کاهش کار در جریان ساخت
- کاهش هزینه خرید
- بهبود روش حمل
- موجودی حداقل (حذف انبار)
- تهیه کنندگان قابل اطمینان

با استفاده از جدول شماره (۴) که نتیجه نهایی پاسخ متخصصین می باشد و شاخص درجه سازگاری آن نیز صفر است، امتیازات زیر برای هر یک از معیارهای شش گانه فوق الذکر حاصل گشته است.

15.4% - 19.7% - 7.2% - 10.9% - 18.5% - 28.3%

اینک برای محاسبه درجه سازگاری نگرش مدیریت

جدول (۴) نگرش مدیریت موجودی

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶
	مشخصه ها و معیارهای مورد مقایسه	کاهش اندازه در جریان انباشته	کاهش کار ساخت (WIP)	کاهش هزینه خرید	بهبود روش حمل	موجودی حداقل (حذف انبار)	تهیه کنندگان قابل اطمینان
۱	کاهش اندازه انباشته		/۸۲ -۱/۲۲	۲/۰۳	۱/۴۹	/۸۱ -۱/۲۴	/۵۴ -۱/۸۴
۲	کاهش کار در جریان ساخت			۲/۴۲	۱/۷۲	۱/۲۲	/۷۴ -۱/۳۵
۳	کاهش هزینه خرید				/۶۸ -۱/۴۷	/۳۴ -۲/۹۰	/۲۴ -۴/۲۵
۴	بهبود روش حمل				.	/۵۹ -۱/۶۹	/۴۱ -۲/۴۶
۵	موجودی حداقل (حذف انبار)						/۶۴ -۱/۵۷
۶	تهیه کنندگان قابل اطمینان						

موجودی واحدهای تولیدی با سیستم JIT از رابطه ریاضی شماره (۴) استفاده می‌کنیم.

$$DOA_{IM} = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{IM_1}{IM_{1s}}\right)^{15.4} \left(\frac{IM_2}{IM_{2s}}\right)^{19.7} \left(\frac{IM_3}{IM_{3s}}\right)^{7.2} \left(\frac{IM_4}{IM_{4s}}\right)^{10.9} \left(\frac{IM_5}{IM_{5s}}\right)^{18.5} \left(\frac{IM_6}{IM_{6s}}\right)^{28.3}} \quad (۴)$$

DOA_{IM} = درجه سازگاری نگرش مدیریت موجودی

وضعیت کنونی هر یک از معیارهای نگرش مدیریت موجودی

$IM_1, IM_2, \ldots IM_6$ =

وضعیت استاندارد هر یک از معیارها باتوجه به سیستم JIT

$IM_{1s}, IM_{2s}, \ldots IM_{6s}$ =

۲ـ۵ـ درجه اهمیت نگرش مدیریت تولید

نگرش مدیریت تولید را در قالب معیارهای زیر نسبت به محیط های تولیدی می‌توان سنجید. [۱۹]

ـ تولید یکنواخت

ـ برنامه ریزی تولید به صورت انعطاف پذیر

ـ اتوماسیون عملیات تکراری

ـ کارگران آموزش دیده و انعطاف پذیر

ـ کاهش زمان تنظیم

ـ مشارکت کارکنان

ـ بهبود ارتباطات و کنترل

ـ سیستم کششی در مقابل فشاری

ـ لی اوت کارخانه به صورت متمرکز

با مراجعه به جدول شماره ۵ که میانگین نظرات متخصصین در مورد اهمیت معیارها می‌باشد، امتیازات زیر برای هر یک از معیارهای نه گانه فوق‌الذکر به ترتیب حاصل گشته است. لازم به ذکر است که شاخص سازگاری میانگین پاسخ ها ۰/۰۱ می‌باشد.

6.2% - 13.5% - 9.3% - 16% - 16.6% - 12.9% - 9.6% - 8.9% - 7%

حال برای محاسبه درجه سازگاری مدیریت تولید واحدهای تولیدی با سیستم JIT از رابطه شماره (۵) استفاده می‌کنیم.

جدول (۵) نگرش مدیریت تولید

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
	مشخصه ها ، معیارهای مورد مقایسه	تولید یکنواخت	برنامه ریزی تولید به صورت انعطاف پذیر	اتوماسیون عملیات تکراری	کارگرانی انعطاف پذیر و آموزش دیده	کاهش زمان تنظیم	مشارکت کارکنان	بهبود ارتباطات و کنترل	سیستم کششی	لی اوت کارخانه به صورت متمرکز
۱	تولید یکنواخت		۵/ -۲	۶۶/ -۱/۵۱	۳۸/ -۲/۶۴	۴۷/ -۲/۱۱	۴۹/ -۲/۰۳	۶۲/ -۱/۶۲	۶۵/ -۱/۵۵	۸/ -۱/۲۵
۲	برنامه ریزی تولید به صورت انعطاف پذیر			۱/۳۳	۱/۴۶	۷۶/ -۱/۳۱	۸۵/ -۱/۱۷	۱/۲۲	۱/۵۷	۱/۵۷
۳	اتوماسیون عملیات تکراری				۵۴/ -۱/۸۴	۴۹/ -۲/۰۳	۸۱/ -۱/۲۴	۹۸/ -۱/۰۲	۱/۰۶	۱/۳۰
۴	کارگرانی انعطاف پذیر و آموزش دیده					۱/۰۲	۱/۳۷	۱/۵۹	۱/۹۰	۲/۲۳
۵	کاهش زمان تنظیم						۱/۲۱	۱/۹۰	۱/۸۸	۲/۵۲
۶	مشارکت کارکنان							۱/۲۲	۱/۵۱	۱/۸۹
۷	بهبود ارتباطات و کنترل								۱/۰۴	۱/۴۷
۸	سیستم کششی									۱/۴۵

$$DOA_{PM} = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{PM_1}{PM_{1s}}\right)^{6.2} \left(\frac{PM_2}{PM_{2s}}\right)^{13.5} \left(\frac{PM_3}{PM_{3s}}\right)^{9.3} \left(\frac{PM_4}{PM_{4s}}\right)^{16} \left(\frac{PM_5}{PM_{5s}}\right)^{16.6} \left(\frac{PM_6}{PM_{6s}}\right)^{12.9} \left(\frac{PM_7}{PM_{7s}}\right)^{9.6} \left(\frac{PM_8}{PM_{8s}}\right)^{8.9} \left(\frac{PM_9}{PM_{9s}}\right)^{7}} \quad (۵)$$

DOA_{PM}: درجه سازگاری نگرش مدیریت تولید

$PM_1, PM_2, ..., PM_9$: وضعیت کنونی هر یک از معیارهای نگرش مدیریت تولید از معیارها با توجه به

$PM_{1s}, PM_{2s}, ..., PM_{9s}$: وضعیت استاندارد هر یک از معیارها باتوجه به سیستم JIT

۳-۵- درجه اهمیت نگرش مدیریت کیفیت

نگرش مدیریت کیفیت باتوجه به معیارهای زیر در واحدهای تولیدی قابل بررسی است. [۱۹]

- مسئولیت در قبال کیفیت
- پافشاری و سخت گیری در کنترل کیفیت
- اختیار به کارگران در کیفیت
- خوداصلاحی
- بازرسی صد در صد
- نظافت و سرویس توسط کارگران
- بهبود مداوم کیفیت
- تلاش بلند مدت روی کیفیت
- همه را در جریان اطلاعات کیفیت قرار دادن

با مراجعه به جدول شماره ۶ میانگین نظرات متخصصین سیستم JIT در مورد اهمیت معیارها نسبت به هم می باشد، و انجام محاسبات لازم، امتیازات زیر برای هر یک از معیارهای نه گانه فوق الذکر به ترتیب حاصل شده است. شاخص درجه سازگاری برای میانگین پاسخ ها صفر می باشد.

13.1% - 7.6% - 11.1% - 12.1% - 4.5% - 7.4% - 16.8% - 17.2% - 10.2%

اینک برای محاسبه درجه سازگاری نگرش مدیریت کیفیت واحدهای تولیدی با سیستم JIT از رابطه شماره (۶) می توان استفاده کرد.

جدول (۶) نگرش مدیریت کیفیت

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
	مشخصه ها ، معیارهای مورد مقایسه	مسئولیت در قبال کیفیت	پافشاری و سختگیری در کنترل کیفیت	اختیار به کارگران در کیفیت	خود اصلاحی	بازرسی صددرصد	نظافت و سرویس توسط کارگران	بهبود مداوم کیفیت	تلاش بلند مدت روی کیفیت	همه را در جریان اطلاعات کیفیت قرار دادن
۱	مسئولیت در قبال کیفیت		۱/۶۳	۱/۰۴	۱/۰۶	۲/۸۹	۲/۱۶	/۷۳ −۱/۳۷	/۴۹ −۱/۲۶	۱/۲۹
۲	پافشاری و سختگیری در کنترل کیفیت			/۶۵ −۱/۵۴	/۶۴ −۱/۵۷	۱/۶۳	۱/۰۵	/۴۵ −۲/۲۳	/۴۴ −۲/۲۶	/۷۹ −۱/۲۶
۳	اختیار به کارگران در کیفیت				/۹۱ −۱/۱۰	۲/۶۴	۱/۲۹	/۶۴ −۱/۵۶	/۵۹ −۱/۶۹	۱/۱
۴	خود اصلاحی					۴/۶۷	۱/۵۷	/۶۸ −۱/۴۷	/۶۹ −۱/۴۳	۱/۲۹
۵	بازرسی صد در صد						/۵۵ −۱/۸۱	/۲۸ −۳/۵۲	/۲۹ −۳/۳۹	/۴۱ −۲/۴۲
۶	نظافت و سرویس توسط کارگران							/۴۵ −۲/۲	/۴۲ −۲/۳۸	/۶۸ −۱/۴۶
۷	بهبود مداوم کیفیت								/۹۴ −۱/۰۶	۱/۶
۸	تلاش بلند مدت روی کیفیت									۱/۶۹
۹	همه را در جریان اطلاعات کیفیت قرار دادن									

$$DOA_{QM} = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{QM_1}{QM_{1s}}\right)^{13.1} \left(\frac{QM_2}{QM_{2s}}\right)^{7.6} \left(\frac{QM_3}{QM_{3s}}\right)^{11.1} \left(\frac{QM_4}{QM_{4s}}\right)^{12.1} \left(\frac{QM_5}{QM_{5s}}\right)^{4.5} \left(\frac{QM_6}{QM_{6s}}\right)^{7.4} \left(\frac{QM_7}{QM_{7s}}\right)^{16.8} \left(\frac{QM_8}{QM_{8s}}\right)^{17.2} \left(\frac{QM_9}{QM_{9s}}\right)^{10.2}}$$

(۶)

DOA_{QM}: درجه سازگاری نگرش مدیریت

وضعیت کنونی هر یک از معیارهای نگرش مدیریت کیفیت

$QM_1, QM_2, ..., QM_9$:

وضعیت استاندارد هر یک از معیارها باتوجه به سیستم JIT

$QM_{1s}, QM_{2s}, ..., QM_{9s}$:

۳-۵- درجه اهمیت منش و خط مشی مدیریت

در ارتباط با منش و خط مشی مدیریت در راهبرد نظام تولیدی JIT به معیارهای زیر می توان اشاره داشت. [۱۹، ۲۰، ۲۱]

- مشتری گرایی
- مشاورت در تصمیم گیری
- توجه به نیروی انسانی به عنوان عاملی اورگانیک نه مکانیکی
- تفویض اختیار و عدم تمرکز
- نگرش بهسازی و بهبود مستمر

باتوجه به جدول شماره ۷ که ارقام داخل آن میانگین نظرات متخصصین می باشد و اعمال محاسبات لازم، امتیازات زیر برای هر یک از معیارهای پنج گانه فوق الذکر به ترتیب حاصل شده است. شاخص سازگاری برای میانگین پاسخ ها صفر می باشد.

30.4 % _ 13.4% _ 17.9% _ 13.2% _ 25%

برای محاسبه درجه سازگاری منش و خط مشی مدیریت واحدهای تولیدی با سیستم JIT از رابطه (۷) استفاده می کنیم.

$$DOA_{AM} = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{AM_1}{AM_{1s}}\right)^{30.4} \left(\frac{AM_2}{AM_{2s}}\right)^{13.4} \left(\frac{AM_3}{AM_{3s}}\right)^{17.9} \left(\frac{AM_4}{AM_{4s}}\right)^{13.2} \left(\frac{AM_5}{AM_{5s}}\right)^{25}}$$

(۷)

DOA_{AM}: درجه سازگاری منش و خط مشی مدیریت

وضعیت کنونی هر یک از معیارهای منش و خط مشی مدیریت

$AM_1, AM_2, ..., AM_5$:

وضعیت استاندارد هر یک از معیارهای منش و خط مشی مدیریت JIT

$AM_{1s}, AM_{2s}, ..., AM_{5s}$:

اینک با استفاده از نتایج حاصل از مراحل ۱-۵ تا ۴-۵ و استفاده از روابط (۴) و (۵) و (۶) و (۷) و جایگذاری در رابطه شماره (۳) درجه سازگاری نگرش مدیریت در کل قابل محاسبه می باشد.

$$DOA_M = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{DOA_{IM}}{DOA_{IMs}}\right)^{10.6} \left(\frac{DOA_{PM}}{DOA_{PMs}}\right)^{21} \left(\frac{DOA_{QM}}{DOA_{QMs}}\right)^{30.4} \left(\frac{DOA_{AM}}{DOA_{AMs}}\right)^{37.9}}$$

(۸)

با توجه به اینکه خروجی هر یک از روابط (۴)، (۵)، (۶) و (۷) عددی بین ۰ تا ۱ و یا ۰ تا ۱۰۰ بر حسب درصد می باشد و در عالی ترین مرتبه خود (حالت

جدول (۷) منش و خط مشی مدیریت

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵
	مشخصه ها و معیارهای مورد مقایسه	مشتری گرایی	مشاورت در تصمیم گیری	توجه به نیروی انسانی به عنوان عاملی اورگانیک نه مکانیکی	تفویض اختیار و عدم تمرکز	نگرش بهسازی و بهبود مستمر
۱	مشتری گرایی		۱/۵۳	۱/۷۸	۲/۰۳	۱/۱۷
۲	مشاورت در تصمیم گیری			/۸۲ -۱/۲۲	۱	/۵۶ -۱/۷۸
۳	توجه به نیروی انسانی به عنوان عاملی اورگانیک نه مکانیکی				۱/۴۳	/۷۷ -۱/۲۹
۴	تفویض اختیار و عدم تمرکز					/۴۸ -۲/۰۸
۵	نگرش بهسازی و بهبود مستمر					

استاندارد باتوجه به سیستم JIT) هر یک از معیارهای مدیریت از لحاظ کمی معادل ۱ و یا ۱۰۰ بر حسب درصد می باشد، بنابراین رابطه (۸) به شکل زیر ساده می شود.

$$DOA_M = \sqrt[100]{\pi\,(DOA_{IM})^{10.6}(DOA_{PM})^{21}(DOA_{QM})^{30.4}(DOA_{AM})^{37.9}} \quad (۹)$$

و یا اگر خروجی روابط (۴) و (۵) و (۶) و (۷) بر حسب عددی بین ۰ تا ۱۰۰ برحسب درصد بیان شود، رابطه (۸) به شکل زیر ساده می شود.

$$DOA_M = \sqrt[100]{\pi\,\left(\frac{DOA_{IM}}{100}\right)^{10.6}\left(\frac{DOA_{PM}}{100}\right)^{21}\left(\frac{DOA_{QM}}{100}\right)^{30.4}\left(\frac{DOA_{AM}}{100}\right)^{37.9}}$$

۶- تعیین درجه اهمیت و درجه سازگاری قابلیت های فنی و تکنولوژیکی

روش ها و تکنیک های فنی متعددی برای سیستم JIT توسط محققین برشمرده شده است. [۲۳، ۲۲] در بین روش ها و تکنیک های بررسی شده تعدادی جنبه سخت افزاری دارند که آنها را به عنوان معیارهای سخت افزاری JIT مورد مطالعه قرار داده ایم. این معیارها عبارتند از : [۶]

- تنظیم سریع
- کاهش فضا
- حمل و نقل اتوماتیک
- چندین ماشین با ظرفیت کم به جای یک ماشین با ظرفیت بالا
- دستگاه هایی که موجب جلوگیری از اشتباهات می شود
- کان بان
- سفارش و بازبینی اتوماتیک
- روبات
- تکنولوژیکی گروهی
- ساخت و تولید و طراحی کامپیوتری یکپارچه

با نظر خواهی پیرامون معیارهای فوق از متخصصین مربوطه و انجام محاسبات لازم، جدول شماره ۸ به عنوان میانگین نظرات حاصل شد. شاخص سازگاری پاسخ ها برای این بخش ۰/۰۱ می باشد که کاملاً قابل قبول است. با استفاده از نتایج این جدول و انجام محاسبات به وسیله کامپیوتر، امتیازات زیر به ترتیب برای هر یک از معیارهای ده گانه فوق به دست آمده است.

جدول (۸) قابلیت های فنی و تکنولوژیکی (عوامل سخت افزاری)

ردیف	مشخصه ها و معیارهای مورد مقایسه	۱ تنظیم سریع (Quick set up)	۲ کاهش فضا (Space Denial)	۳ حمل و نقل اتوماتیک	۴ چندین ماشین با ظرفیت کم به جای یک ماشین با ظرفیت بالا	۵ ستگاههایی که باعث جلوگیری از اشتباهات می شود (P.Y)	۶ کان بان (Kan Ban)	۷ سفارش و بازرسی اتوماتیک	۸ روبات	۹ تکنولوژی گروهی	۱۰ ساخت و تولید و طراحی کامپیوتری یکپارچه
۱	تنظیم سریع (Quick set up)		۴/۳۴	۳/۷۱	۳/۳۸	۱/۵۳	۱/۸۸	۲/۶۹	۳/۱۳	۱/۵۴	۱/۷۹
۲	کاهش فضا (Space Denial)			/۹۸ -۱/۰۲	/۷۰ -۱/۴۳	/۴۴ -۲/۲۸	/۴۶ -۲/۱۵	/۷۳ -۱/۳۷	/۹ -۱/۱	/۴۸ -۲/۰۶	/۵۲ -۱/۹۱
۳	حمل و نقل اتوماتیک				/۸۵ -۱/۱۸	/۴۵ -۲/۲۳	/۶۲ -۱/۶۳	۱/۰۳	۱/۳۱	/۶۳ -۱/۵۶	/۶۷ -۱/۴۹
۴	چندین ماشین با ظرفیت کم به جای یک ماشین با ظرفیت بالا					/۵۳ -۱/۹	/۷۳ -۱/۳۷	۱/۱	۱/۵۷	/۹۴ -۱/۰۶	/۸۷ -۱/۱۵
۵	دستگاه هایی که باعث جلوگیری از اشتباهات می شود (P.Y)						۱/۱۵	۲/۱۲	۲/۲۶	۱/۲۶	۱/۲۱
۶	کان بان (Kan Ban)							۱/۶	۱/۷۹	/۷۴ -۱/۳۵	۱/۱۴
۷	سفارش و بازبینی اتوماتیک								۱/۱۴	/۶۳ -۱/۶۱	/۴۴ -۲/۲۸
۸	روبات									/۵۸ -۱/۷۴	/۶۱ -۱/۶۴
۹	تکنولوژی گروهی										۱/۲
۱۰											۱/۲

20.9% _ 5.4% _ 6.6% _ 8.1% _ 13.6% _ 10.8% _ 6.7% _ 5.9% _ 11.3% _ 10.6%

باتوجه به امتیازات فوق، رابطه شماره ۱۱ را به عنوان طرحی برای تعیین درجه سازگاری قابلیت های فنی و تکنولوژیکی واحدهای تولیدی با سیستم JIT پیشنهاد شده است.

$$DOA_T = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{T_1}{T_{1s}}\right)^{20.9} \left(\frac{T_2}{T_{2s}}\right)^{5.4} \left(\frac{T_3}{T_{3s}}\right)^{6.6} \left(\frac{T_4}{T_{4s}}\right)^{8.1} \left(\frac{T_5}{T_{5s}}\right)^{13.6} \left(\frac{T_6}{T_{6s}}\right)^{10.8} \left(\frac{T_7}{T_{7s}}\right)^{6.7} \left(\frac{T_8}{T_{8s}}\right)^{5.9} \left(\frac{T_9}{T_{9s}}\right)^{11.3} \left(\frac{T_{10}}{T_{10s}}\right)^{10.6}} \quad (۱۱)$$

DOA_T: درجه سازگاری قابلیت های فنی و تکنولوژیکی

وضعیت فعلی هر یک از معیارهای ده گانه قابلیت های فنی و تکنولوژیکی = $T_1, T_2, \ldots, T_{10}$:

وضعیت استاندارد هر یک از معیارها باتوجه به سیستم JIT $T_{1s}, T_{2s}, \ldots, T_{10s}$:

با استفاده از مدل (۱۱) و اطلاعات جمع آوری شده در قالب پرسشنامه های طراحی شده و تکمیل شده توسط واحدهای تولیدی تحت مطالعه در این مرحله از تحقیق می توان به درجه سازگاری قابلیت های فنی و تکنولوژیکی با سیستم JIT پی برد.

۷ ـ تعیین درجه اهمیت و درجه سازگاری کیفیت جامع

رعایت اصول اولیه کیفیت برای دستیابی به کیفیت جامع ضروری می باشد. این اصول اولیه عبارتند از بهبود کیفیت و حرکت به سمت ضایعات در حد صفر و قابل رویت کردن ضایعات، کنترل کیفیت در مبدأ، مسئولیت دوباره کاری ها به خود کارگران تولیدی، سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیری، تشکیل تیم های تخصصی، آموزش کارگران چند منظوره، کنترل فروشنده ها و بازرسی منابع، ساده کردن طرح تولید و بالاخره تأکید بر کنترل کیفیت فراگیر. [۲۴]

معیارهایی که برای ارزیابی یک واحد تولیدی از نظر کیفیت جامع در طرح مورد استفاده قرار می گیرند. عبارتند از: [۶]

- بهبود در کیفیت در طراحی (P در چرخه PDCA)
- اجرای کامل طرح های بهبود کیفیت (D در چرخه PDCA)
- بررسی طرح ها پس از اجرا (C در چرخه PDCA)
- اقدامات اصلاحی پس از چک کردن (A در چرخه PDCA)
- حق توقف خط به کارگران در مواقع مشاهده نقص

جدول (۹) کیفیت جامع

ردیف	مشخصه ها و معیارهای مورد مقایسه	۱ بهبود در کیفیت در مرحله طراحی (P در PDCA)	۲ اجرای کامل طرح های بهبود کیفیت (D در PDCA)	۳ بررسی طرح ها پس از اجرا (C در PDCA)	۴ دست زدن به اقدامات اصلاحی پس از چک کردن	۵ حق توقف خط به کارگران در مواقع مشاهده نقص	۶ توقف اتوماتیک خط در صورت بروز نقص	۷ توجه به خواست مشتری در کیفیت محصولات	۸ توسعه روحیه تیمی بین کارکنان	۹ حمایت گسترده مدیریت برای پیشبرد اهداف بهبود کیفیت
۱	بهبود در کیفیت در مرحله طراحی (P در PDCA)		۱/۰۳	۱/۴۳	۱/۲۹	۱/۲۵	۱/۱۳	/۶ -۱/۶۷	/۷۶ -۱/۳۲	/۵۸ -۱/۷۳
۲	اجرای کامل طرح های بهبود کیفیت (D در PDCA)			۱/۳۹	۱/۲۶	۱/۳۳	۱/۲۶	/۶۴ -۱/۵۵	/۷۱ -۱/۴۰	/۷۵ -۱/۷۵
۳	بررسی طرح ها پس از اجرا (C در PDCA)				/۹ -۱/۱	/۹۶ -۱/۰۴	۱	/۴۸ -۲/۰۷	/۵۷ -۱/۷۷	/۴۲ -۴/۳۷
۴	دست زدن به اقدامات اصلاحی پس از چک کردن					/۹۴ -۱/۰۶	۱	/۴۶ -۲/۱۵	/۵۷ -۱/۷۷	/۴۳ -۲/۳۳
۵	حق توقف خط به کارگران در مواقع مشاهده نقص						/۹۱ -۱/۱	/۴۷ -۲/۱۹	/۵۷ -۱/۷۷	/۴۷ -۲/۱۴
۶	توقف اتوماتیک خط در صورت بروز نقص							/۴۵ -۲/۲۵	/۵۴ -۱/۸۴	/۴۵ -۲/۲۳
۷	توجه به خواست مشتری در کیفیت محصولات								۱/۱۷	/۷۶ -۱/۳۲
۸	توسعه روحیه تیمی بین کارکنان									/۶۷ -۱/۶۴
۹										

- توقف اتوماتیک خط در صورت بروز نقص
- توجه به خواست مشتری در کیفیت محصولات
- توسعه روحیه تیمی بین کارکنان
- حمایت گسترده مدیریت برای پیشبرد اهداف بهبود کیفیت

جدول شماره ۱۰ نتیجه نهایی نظرات متخصصین پیرامون ارزشیابی و مقایسه دو به دوی معیارهای فوق با شاخص سازگاری صفر می‌باشد و امتیازات زیر نیز از این جدول برای هر یک از معیارها به ترتیب حاصل شده است.

10.1% _ 10.2% _ 7.5% _ 7.8% _ 7.9% _ 8.0% _ 16.3% _ 13.7% _ 18.4%

رابطه ریاضی شماره (۱۲) نمایانگر طرحی برای تعیین درجه سازگاری کیفیت جامع واحدهای تولیدی با سیستم JIT می‌باشد.

$$DOA_Q = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{Q_1}{Q_{1s}}\right)^{10.1} \left(\frac{Q_2}{Q_{2s}}\right)^{10.2} \left(\frac{Q_3}{Q_{3s}}\right)^{7.5} \left(\frac{Q_4}{Q_{4s}}\right)^{7.8} \left(\frac{Q_5}{Q_{5s}}\right)^{7.9} \left(\frac{Q_6}{Q_{6s}}\right)^{8} \left(\frac{Q_7}{Q_{7s}}\right)^{16.3} \left(\frac{Q_8}{Q_{8s}}\right)^{13.7} \left(\frac{Q_9}{Q_{9s}}\right)^{18.4}} \quad (۱۲)$$

DOA_Q: درجه سازگاری کیفیت جامع

$Q_1, Q_2, ..., Q_9$: وضعیت فعلی هر یک از معیارهای کیفیت جامع

$Q_{1s}, Q_{2s}, ..., Q_{9s}$: وضعیت استاندارد هر یک از معیارها باتوجه به سیستم JIT

اینک با استفاده از رابطه (۱۲) و اطلاعات جمع‌آوری شده از سطح واحدهای تولیدی به درجه سازگاری کیفیت جامع واحدهای تولیدی موردنظر با سیستم JIT می‌توان پی برد.

۸ـ تعیین درجه اهمیت و درجه سازگاری قابلیت‌های نگهداری و تعمیرات

قابلیت‌های نگهداری و تعمیرات فراگیر یکی از اصول زیر بنایی سیستم‌های تولیدی JIT است. فلسفه‌ای که در فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات فراگیر وجود دارد این است که، هرگارگری ضمن انجام وظایف تولیدی خود حافظ ماشین نیز باشد.

معیارهای مهم این اصل اساسی JIT را به شرح زیر مورد توجه قرار می‌دهیم. [۲۶، ۲۵]

- بهبود درجه کارایی تجهیزات
- نگهداری و تمیزکاری به وسیله خودکارکنان (5S)
- نگهداری برنامه ریزی شده
- آموزش مهارت‌های نگهداری
- پیشگیری در مراحل طراحی، ساخت، نصب و راه‌اندازی
- درجه مشارکت و مؤثر بودن بخش نگهداری و تعمیرات

جدول شماره ۱۱ نتایج حاصل از نظرات متخصصین در ارتباط با اهمیت معیارهای فوق می‌باشد. شاخص سازگاری پاسخ‌ها ۰.۰۱ بوده است. امتیازات حاصل از این پاسخ‌ها برای هر یک از معیارهای شش گانه فوق به ترتیب زیر عبارتند از:

جدول (۱۰) قابلیت نگهداری و تعمیرات جامع

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶
	مشخصه‌ها و معیارهای مورد مقایسه	بهبود درجه مؤثر بودن و کارایی تجهیزات	نگهداری و تمیزکاری به وسیله خود کارکنان (5S)	نگهداری برنامه ریزی شده	آموزش مهارت‌های نگهداری	پیش گیری در مراحل طراحی ساخت نصب و راه اندازی	درجه مشارکت مؤثر بودن بخش نگهداری و تعمیرات
۱	بهبود درجه مؤثر بودن و کارایی تجهیزات		/۵۴ -۱/۸۵	/۹۱ -۱/۱	/۶۶ -۱/۵۱	/۴۷ -۲/۱۵	/۷۹ -۱/۲۶
۲	نگهداری و تمیزکاری به وسیله خود کارکنان (5S)			۱/۶۷	۱/۳۷	/۸ -۱/۲۴	۱/۴۳
۳	نگهداری برنامه ریزی شده				/۶۶ -۱/۵۱	/۴۴ -۲/۳	/۹۴ -۱/۰۶
۴	آموزش مهارت‌های نگهداری					/۷ -۱/۴۳	۱/۳۹
۵	پیش گیری در مراحل طراحی ساخت نصب و راه اندازی						۲/۰۳

11.5% _ 21.7% _ 11.9% _ 17.4% _ 24.2% _ 13.2%

رابطه (۱۳) طرحی برای تعیین درجه سازگاری قابلیت های نگهداری و تعمیرات واحدهای تولیدی با سیستم JIT می باشد.

$$DOA_P = \sqrt[100]{\pi \left(\frac{P_1}{P_{1s}}\right)^{11.5} \left(\frac{P_2}{P_{2s}}\right)^{21.7} \left(\frac{P_3}{P_{3s}}\right)^{11.9} \left(\frac{P_4}{P_{4s}}\right)^{17.4} \left(\frac{P_5}{P_{5s}}\right)^{24.2} \left(\frac{P_6}{P_{6s}}\right)^{13.2}}$$

(۱۳)

DOA_P: درجه سازگاری قابلیت های نگهداری و تعمیرات

$P_1, P_2, ..., P_6$: وضعیت فعلی هریک از معیارهای قابلیت های نگهداری و تعمیرات

$P_{1s}, P_{2s}, ..., P_{6s}$: وضعیت استاندارد هر یک از معیارها باتوجه به سیستم JIT

۹ ـ تعیین درجه اهمیت عوامل و سازگاری سیستم JIT

با نگاهی مجدد به شکل (۱) معیارهای اساسی سیستم JIT را به خاطر می‌آوریم. تاکنون با استفاده از روابط (۱) و (۲) و (۸) و (۱۱) و (۱۲) و (۱۳) توانستیم درجه اهمیت هر یک از عوامل سطح دوم سیستم JIT را در نگرش سلسله مراتبی به دست آوریم. اینک با استفاده از رابطه ریاضی شماره (۱۴) می‌توان به تعیین درجه سازگاری واحدهای تولیدی مورد نظر با سیستم JIT دست یافت . [۶]

$$DOA_{JIT} = \sqrt[W]{\pi \left[\frac{DOA_S}{DOA_{Ss}}\right]^{w1} \left[\frac{DOA_E}{DOA_{Es}}\right]^{w2} \left[\frac{DOA_M}{DOA_{Ms}}\right]^{w3} \left[\frac{DOA_T}{DOA_{Ts}}\right]^{w4} \left[\frac{DOA_Q}{DOA_{Qs}}\right]^{w5} \left[\frac{DOA_P}{DOA_{Ps}}\right]^{w6}}$$

(۱۴)

DOA_{JIT}: درجه سازگاری با سیستم JIT

DOA_s: درجه سازگاری تهیه کنندگان

DOA_E: درجه سازگاری کارکنان

DOA_M: درجه سازگاری نگرش مدیریت

DOA_T: درجه سازگاری قابلیت های فنی و تکنولوژیکی

DOA_Q: درجه سازگاری کیفیت جامع

DOA_P: درجه سازگاری نگهداری و تعمیرات

$w_1, w_2, ..., w_5$: درجه اهمیت (امتیاز) هر یک از معیارهای شش گانه اصلی

$$W = \sum_{i=1}^{6} W_i$$

برای تعیین درجه اهمیت هر یک از شش معیار اصلی فوق از نظر متخصصین JIT استفاده شده است و طی پرسشنامه ای که ذکر آن شد نظرات را با استفاده از مقایسه دو به دو جمع آوری شده است. نتایج پاسخ ها (میانگین هندسی) در جدول شماره ۱۲ نمایش داده شده است. با انجام محاسبات لازم امتیازات زیر برای هر یک از معیارهای اصلی با شاخص سازگاری صفر به ترتیب به دست آمده است.

8.2% _ 19.9% _ 33.5% _ 8.0% _ 18.9% _ 11.6%

بنابر این رابطه (۱۴) را می توان به رابطه (۱۵) تبدیل کرد.

$$DOA_{JIT} = \sqrt[100]{\pi \left[\frac{DOA_S}{DOA_{Ss}}\right]^{8.2} \left[\frac{DOA_E}{DOA_{Es}}\right]^{19.9} \left[\frac{DOA_M}{DOA_{Ms}}\right]^{33.5} \left[\frac{DOA_T}{DOA_{Ts}}\right]^{8} \left[\frac{DOA_Q}{DOA_{Qs}}\right]^{18.9} \left[\frac{DOA_P}{DOA_{Ps}}\right]^{11.6}}$$

(۱۵)

صورت کسر هر یک از عناصر زیر رادیکال از روابط (۱)، (۲)، (۸)، (۱۱)، (۱۲)، (۱۳) قابل محاسبه است. مخرج کسر عناصر زیر رادیکال مبین حالت استاندارد هر یک از معیارهای اصلی شش گانه می باشد و با توجه به خاصیت هر یک از روابط ریاضی فوق خروجی آنها عددی بین ۰ تا ۱ می‌باشد و اگر درجه سازگاری برحسب درصد بیان شود، عددی بین ۰ تا ۱۰۰ درصد خواهد بود. از طرفی بهترین درجه سازگاری (۱۰۰) را اگر معادل حالت استاندارد تعریف کنیم، آنگاه رابطه (۱۵) به شکل زیر نوشته می‌شود.

$$DOA_{JIT} = \sqrt[100]{\pi \left[\frac{DOA_S}{100}\right]^{8.2} \left[\frac{DOA_E}{100}\right]^{19.9} \left[\frac{DOA_M}{100}\right]^{33.5} \left[\frac{DOA_T}{100}\right]^{8} \left[\frac{DOA_Q}{100}\right]^{18.9} \left[\frac{DOA_P}{100}\right]^{11.6}}$$

(۱۶)

اگر درجه سازگاری هر یک از معیارهای اصلی به صورت عددی بین ۰ تا ۱ بیان شود، رابطه (۱۷) به ساده ترین صورت درجه سازگاری واحدهای تولیدی تحت مطالعه را با سیستم JIT نشان می دهد.

$$DOA_{JIT} = \sqrt[100]{\pi\, DOA_s^{w1}.DOA_E^{19.9}.DOA_M^{33.5}.DOA_T^{8}.DOA_Q^{18.9}}$$

(۱۷)

۱۰ـ نتیجه‌گیری

در این تحقیقات طرحی برای اندازه‌گیری درجه سازگاری واحدهای تولیدی با فاکتورهای اساسی سیستم JIT و در نهایت خود سیستم JIT ارائه گردید. بدیهی است این طرح توانایی این را دارد که در هر مقطع از زمان با جمع‌آوری اطلاعات لازم راجع به موقعیت هر یک از مشخصه‌های تعریف شده از سطح کارخانه عددی به عنوان میزان سازگاری واحد مورد مطالعه با هر یک از معیارهای اساسی سیستم JIT و کل سیستم JIT بدهد. با ارقام به دست آمده از این طرح موقعیت فعلی کارخانه قابل تجزیه و تحلیل می‌باشد و همچنین نقاط قوت و ضعف واحد تولیدی مورد نظر نسبت به سیستم JIT مشخص می‌شود.

بنابراین برای محقق در یک مقطع از زمان مشخص می‌شود که در واحد تولیدی مورد تحقیق باید در چه جهتی حرکت کرد تا این درجه سازگاری افزایش یابد. ولیکن میزان اثرات حرکت و سرمایه‌گذاری روی هر معیار اساسی بر روی دیگر معیارها در طول زمان نامشخص است. برای مشخص کردن اثرات هر معیار اساسی روی دیگر معیارهای اساسی می‌توان به روش‌های تجزیه و تحلیل‌های آماری و تعیین میزان همبستگی معیارها به هم از طریق اطلاعات جمع‌آوری شده از سطح کارخانجات مورد مطالعه اقدام کرد و یا از طریق روش‌های شبیه‌سازی کامپیوتری در طول زمان اثرات تغییر هر معیار را روی دیگر معیارها و همچنین کل سیستم سنجید.

همچنین امتیازات و ضرایبی که در طرح از آنها استفاده کردیم، تاکنون باتوجه به نظرات حدود ده نفر متخصص به دست آمده است که هنوز در حال جمع‌آوری اطلاعات جدید از دیگر متخصصان از خارج کشور هستیم، که با اخذ آخرین نظرات می‌توان در مقدار امتیازات هر معیار تجدید نظر کرد و اصلاحات لازم را روی ضرایب انجام داد.

جدول (۱۱) سیستم و نظام JIT

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶
	مشخصه ها ، معیارهای مورد مقایسه	قابلیت تهیه کنندگان	قابلیت نیروی انسانی (کارگران و کارمندان)	نگرش مدیریت	قابلیت های فنی و تکنولوژیکی (سخت افزار)	کیفیت جامع	نگهداری و تعمیرات جامع
۱	قابلیت تهیه کنندگان		/۴۶ -۲/۱۷	/۲۵ -۴/۰۴	۱/۱۳	/۴۲ -۲/۳۹	/۶۲ -۱/۶۳
۲	قابلیت نیروی انسانی (کارگران و کارمندان)			/۶۱ -۱/۶۴	۲/۲۵	۱/۱	۱/۹۵
۳	نگرش مدیریت				۳/۶۹	۱/۹۲	۳/۱۴
۴	قابلیت های فنی و تکنولوژیکی (سخت افزار)					/۴۱ -۲/۴۲	/۶۹ -۱/۶۴
۵	کیفیت جامع						۱/۷۴
۶	نگهداری و تعمیرات جامع						

مراجع

[1] Mohammad Jalali, Rafaei Moras & Richard Dudek. A Study JIT Application Under Stochastic Demand and Supply Arrival Production Planning & Control. P: 246-285, 1991.

[2] Testa. Nicholas M. JR. 1992. Measuring Factory Performance for JIT. APICS 1992 Falls Church. VA, USA, 645-647.

[3] Gunase Karan. A. GOYAL. S. K. Martikainent t. Modeling and Analysis of JIT Manufacturing Systems International of Production Economics V32 No. 1 Aug 1993 P: 23-37

[4] Gupta Y. P Gupta. M. C. 1989. A System Dynamics Model for a Multistage Multiline Dual Card JIT KANBAN System I. J. Production Research Vol. 27. No 2 P: 309-325

[5] So, Kut. C. Pinault, Steven. C. 1988. Allocating Buffer Storage in a Pull System I. J Production Research V26 No-r P: 1959-1980.

[6] Aghdassi. M. Nouri. S., A Quantitative Model to Assess The Degree of Adaptibility of Companies to JIT System, Tarbiat Modarres University.

[7] Syed Shahabuddin. Is JIT Really Appropriate for American Manufacturing I. M. May-June 1992.

[8] Operation Management Design, Planning and Control for Manufacturing and Services, Mc. Graw Hill Book CO. ISBN: O.07-016988-8 1992.

[9] JIN h. IM. Lesson From Japanese, Management-Production and Inventory Management Journal, Third Quarter 1989.

[10] Jamesp. Gilbert. The State of JIT Implementation and Development in the USA Int. J. Prod. Res. 1990 Vol-28-No 6 1099-1109

[11] William W. Luggen. 1991. Flexible Manufacturing Cells and Systems. Prentice- Hill International. Inc ISBN 013-361977-1

[12] Soukup. W. R. 1987 Supplier Selection Strategies, Journal of Purchasing and Material Management 23 No. 2 1987. P. 7-12

[13] Buckingham E. On Physically Similar Systems: Illustration of The Use of Dimensional Equation. The Physician Review No. 4 1941 345-376

[14] T. Hillman Wills, C. Richad Huston. Frank Pohlkamp, Evaluation Measures of Just-in-Time Supplier Performance, Production and Inventory Management Journal Second Quarter. 1993.

[15] Long-Gengzhao & Hon-Shianglau Reducing Inventory Cost and Choosing Suppliers With Order Splitting Operational Research Society Vol 43 No 10 P: 1003-1008 1992.

[16] Marc C. Martel 1993. The Role of JIT Purchasing in DYNAPERT, Transition to World-Class Manufacturing. Production and Inventory Management Journal Second Quarter 1993.

[17] Saaty Thomas L. Fundamental of Decision Making and Priority Theory With The Analytical Hierarchy Process 1994

[18] Damodar Y. Golhar, Satish P. Deshpande, An Empirical Investigation of HRM Practice in JIT Firms. Production and Inventory M. J. Forcth Quarter 1993 28-31

[19] Marc J. Schniederjans 1993. Topics in Just in Time Management ISBN 0-205-13600-1

[20] Masaaki Imai Kaizen

ترجمه مؤسسه مطالعات و برنامه ریزی آموزشی سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران

[21] Delmar Donaland.Operation and Industrial Management, Designing and Managing for Productivity Mc Graw Hill Publishing Co. Singapore 1982.

[22] James P. Gilbert . The State of JIT Implementation and Development in The USA. International Journal of Production Research Vol 28 No. 6 1990

[23] Shigeo Shingo 1982. Toyota, Production System From Industrial Engineering Viewpoint .

[24] William W. Luggen Flexible /manufacturing / cells and Systems, Prentice - Hill International. INC 1989.

[25] Vitoalbino Glanni Carella & O. Geoffrey,. Maintenance Policies in Just-In-Time Manufacturing Lines INT. J. Prod. RES. 1992 Vol 30 No. 2 369-382.

[26] Alan Harrison, Just-In-Time Manufacturing in Perspective, Prentice Hall ISBN 0-13-514175-3

[27] W. P. Smith, JIT Implementation in Small Manufacturing Firms Production & Inventory Management Journal 32 No. 2 1990, 44-48

[28] Hannah K. H. Just-In-Time: Meeting The Competitive Challenge, Production & Inventory Mang. J. 28 No. 1987 1-3

[29] Finch B., Japanese Management Techniques in small Manufacturing Companies: A Strategy for Implementation. Production & Inventory Management Journal 27 No. 3 1986 30-38

[30] Golhar D. Y and C. L Stamm 1991. The Just-In - Time Philosophy: A Literature Review International Journal of Production Research 29 No. 4 1991, 657-676

[31] Gupta Y. P. Human Aspects of Flexible Manufacturing Systems. Production & Inventory Management Gupta 31 No. 2 1989, 30-35.