

ارائه نگرشی اقتضایی جهت اجرای سیستم تولیدی بهنگام

دکتر جمشید صالحی صدقیانی*

یاسر سبحانی فرد**

مریم اخوان خرازیان***

چکیده

سیستم تولیدی JIT مانند هر سیستم دیگری دارای اجرائی است که به ناچار برای اجرای آن باید این اجزاء را به اجرا درآورد اما ادبیات موضوعی و تحقیقات نشان می‌دهد که اینگونه نیست که اجرای این سیستم در همه مکانها و زمانها به یک روش منحصر به فرد صورت گیرد. اجرای این سیستم از شرکتی به شرکت دیگر و از صنعتی به صنعت دیگر و از شرایطی به شرایط دیگر ممکن است متفاوت باشد. اجزائی که در یک شرکت لازم الاجرا هستند ممکن است در شرکت دیگر ضرورت نداشته باشد. این مقاله پس از نشان دادن چنین واقعیاتی سعی در پی یافتن روشی برای اعمال این مهم در اجرای سیستم تولیدی JIT دارد. روش کار به این صورت است که برای اولویت دهی و انتخاب اجزاء

* دانشیار دانشگاه علامه طباطبایی

** مدرس دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین

*** مدرس دانشگاه اصفهان

مورد نظر در شرکت از روشهای TOPSIS و تحلیل پارتو و در اعطای ضرایب به معیارهای ماتریسهای TOPSIS از روش آنتروپی استفاده شده است. در پایان پنج جزء از میان اجزاء ۱۱ گانه این سیستم برای اجرا در این شرکت مورد انتخاب قرار گرفته اند که اولویت آنها نسبت به هم نیز مشخص می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سیستم تولیدی JIT، روش TOPSIS، روش آنتروپی

ادبیات پژوهش

سیستم تولید بهنگام ابتدا در صنایع تولیدی ژاپنی به کار گرفته شد. در واقع این سیستم برگرفته از سیستم تولیدی شرکت تویوتا می‌باشد. تغییراتی که این سیستم در روش تولید ارائه داد در مرحله اول و در اوایل دهه ۸۰ میلادی با جرح و تعدیلاتی در صنایع خودرو سازی ژاپن مورد استفاده قرار گرفته و سپس در مراحل بعد توسط برخی از شرکتهای اروپایی و آمریکایی نیز دنبال شد. (Alberto et al, 2008). این سیستم تا حدی موجب صرفه جویی در زمان تولیدی شده و یا سیستمهای مهمی همچون مدیریت کیفیت جامع^۱، بهبود مستمر^۲، تولید بر اساس زمان^۳، مهندسی مجدد فرآیندها^۴ نیز هماهنگی دارد. (Lawrence and Lewis, 1996; K.O, K.E. et al, 2001)

یکی از نتایج تولید بهنگام این است که شرکتهای حامل خود را می‌تواند به موفقیتهای چشمگیری برساند. در اجرای این سیستم، اجزاء و مواردی باید به اجرا گذاشته شوند که البته اجرای تمامی آنها ضرورتی ندارد. به عبارت دیگر مدیران در اجرای سیستم تولید بهنگام مجاز هستند تا تنها بر روی مواردی متمرکز شوند که برای آنها از اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشد (Michael and Daniel 1995). با این حال محدودیت بزرگی که در سر راه اجرای این سیستم تولیدی وجود دارد این است که هیچ روش جهانی در اجرای این سیستم وجود ندارد و بر خلاف نظر عده ای که می‌پندارند برای اجرای آن

1- Total quality management (TQM)

2- Continuous improvement

3- Time based manufacturing

4- Business process re-engineering

باید تمام موارد را اجرا نموده و اینکه فرهنگ ایرانی و شرایط ایران با اجرای تولید بهنگام سازگار نیست، بر عکس باید گفت که براساس فرهنگها و شرایط و حتی صنایع متفاوت ممکن است اجرای این سیستم از موردی به موری دیگر متفاوت باشد (Y.G. Sandanayake et al 2008). در زمینه اجرای این سیستم تا کنون بررسیهای موردی بسیاری صورت گرفته و به روشهای گوناگون مدلسازی و شبیه سازی اجزاء و متغیرهای مورد نیاز زیادی مورد شناسایی قرار گرفته و نرم افزارها و مدلسازیهای ریاض و خطی هم به کار گرفته شده اند (Y.G. Sandanayake et al 2008). اما ابهام در مورد چگونگی اجرای اقتضایی این سیستم می باشد.

در این راستا یکی از سوالات مهمی که قبل از اجرای این سیستم و به منظور آماده سازی یک شرکت برای اجرای آن در رابطه با اجرای هر سیستم به ذهن متبادر می شود، این است که اجزاء تشکیل دهنده سیستم مذکور کدامند؟ با مطالعه ادبیات موضوعی مربوط به این سیستم مشخص می شود که آنچنان توافق صریحی در مورد چستی این اجزاء وجود ندارد. به عنوان نمونه Micheal & Daniel (1995) این عدم توافق را مورد تایید قرار داده و اشاره می کنند که هیچ توافق کاملی در مورد ای اجزاء وجود ندارد. همچنین کمبود مکانیزمی جامع جهت شناسایی اجزاء ضروری برای اجرای تولید بهنگام به گونه ای که در هر شرایطی بهینه ترین نتایج شامل شرکت مجری شود کاملاً احساس می شود (Y.G. Sandanayake et al 2008). به عنوان نمونه Voss and Robinson (1987) بیان می دارند که در پادشاهی متحده انگلستان درک و آشنایی نسبتاً بالایی از سیستم بهنگام وجود دارد اما تنها ۱۰ درصد از شرکتهای اقدام به بکارگیری این سیستم نموده اند. آنها در تحقیقاتشان پی بردند که ۵۷ درصد از نمونه های مورد بررسی شان تنها برخی از اجزاء تولید بهنگام را برای اجرا مد نظر داشته و قصد داشته اند تا آنها را اجرا کنند. آنها چنین گزارش دادند که مفاهیم محوری تولید بهنگام مانند کانبان^۱، تولید سلولی^۲، کنترل

1- Kanban

2- Cellular manufacturing

آماري فرآيند^۱ و خطاي صفر^۲ در انگلستان از اهميت پاييني جهت اجرا برخوردار بود. علاوه بر اين آنها مشاهده کردند که برخی شرکتهای توليدي که اقدام به اجرای اين سيستم می کنند تنها بر روی برخی از موارد آن متمرکز شده و مواردی را که اجرای آن برايشان سهل تر است را انتخاب می کنند و اين ارتباطی به سود آور اجرای آن مورد ندارد. يعني ممکن است اجزائی که حتی سود زيادی برای شرکت به ارمغان می آورند نیز از اولويتي برای اجرا برخوردار نباشند.

پس کدامیک از اجزاء در هر شرايطی بايد برای اجرا انتخاب شوند؟ هدف اين مقال شناسایی اجزائی از سيستم توليدي بهنگام که برای موفقيت آن ضروری است می باشد. در زمينه تعريف اين اجزاء مطالعاتی صورت پذيرفته ولی اغلب تحقيقات تنها به ذکر اجزاء به صورت کلی اکتفا کرده اند به عنوان مثال (Schonberger 1982) ۱۷ مورد را به عنوان اجزاء مطرح نموده و (Hall 1983) اين اجزاء را در ۶ مورد کلی تجميع نموده است اولين مدلی که در آن اجزاء توليد بهنگام ارائه شد مدلی بود که توسط Giunipero (1990) ارائه شد. مدل او بر حمايتهاي مدیریتي متمرکز بود و در آن کمتر به اجزاء عملياتی مورد نیاز پرداخته شده بود. (Mehra and Inman 1992) مدلی را ارائه کردند که در آن ۱۹ عنصر را برای موفقيت اجرای توليد بهنگام ضروری دانستند. آنها اين ۱۹ عنصر را در ۴ گروه بزرگتر دسته بندی نمودند که عبارتند از تعهد مدیریت^۳، استراتژی توليد بهنگام^۴، استراتژی فروشنده گی بهنگام^۵ و استراتژی آموزش بهنگام^۶. آنها پس از آزمودن فرضياتشان به دو نتيجه مهم دست يافتند:

- هيچ گونه رابطه معنی داری بين تعهد مدیریت عالی و استراتژیهای آموزشی از یک سو و اجرای موفق توليد بهنگام از سوی ديگر يافت نشد.
- رابطه معنا داری بين استراتژیهای توليد بهنگام و استراتژیهای فروش از یک سو و

- Statistical Process Control
 ۱- Zero-defects
 ۲- Management commitment
 ۳- JIT production strategy
 ۴- JIT vendor strategy
 ۵- JIT education strategy

موفقیت اجرای تولید بهنگام از سوی دیگر موجود می‌باشد. چنین یافته‌هایی با یافته‌های اشاره شده در سایر تحقیقات همخوانی کاملی نداشته و اختلاف میان آنها کاملاً مشهود می‌باشد.

به علاوه در بررسی سایر منابع مربوط به این سیستم تولیدی نیز مشخص می‌شود که هر یک از این منابع اجزاء متفاوتی را مورد اشاره قرار داده‌اند که دیگران بر برخی از این اجزاء تاکید نداشته و آنها را ضروری نمی‌دانند.

به عنوان نمونه James R. Evans (1997) در کتاب خود این اجزاء را به صورت زیر لیست می‌کند:

الف) مدیریت کف کارخانه شامل: ۱- کاهش زمان راه اندازی ۲- تولید در دسته‌های کوچک ۳- نگهداری پیشگیرانه ۴- سیستم کششی

ب) برنامه ریزی زمانی

ج) طراحی فرآیند و تولید محصول شامل: ۱- چیدمان تجهیزات ۲- گروه‌های کوچک حل مساله ۳- آموزش کارکنان

ز) مدیریت تامین شامل: ۱- تحویل به روش JIT ۲- کیفیت تامین کننده
و) سیستم‌های اطلاعاتی - حسابداری

همچنین (Roberta 2007) به این اجزاء به صورت زیر اشاره کرده است:

۱. تجدید منابع انعطاف پذیر ۲- چیدمان سلولی ۳- سیستم کششی تولید ۴- کنترل تولید کانبان ۵- دسته‌های کوچک تولیدی ۶- راه اندازی سریع ۷- یکسان سازی سطح تولید ۸- کیفیت در منابع ۹- نگهداری بهره ور و جامع ۱۰- شبکه‌های تامین کننده

در نهایت نیز (Steven 1996) این اجزاء را به صورت زیر مورد اشاره قرار می‌دهد:

۱. برنامه ریزی کانبان یا کششی تولید ۲- کاهش زمان راه اندازی ۳- سیستم خطای صفر ۴- کیفیت در منابع ۵- کارگران چند مهارته و انعطاف پذیر ۶- تکنولوژی گروهی ۷- کارخانه‌های متمرکز شده ۸- کنترل آماری فرآیند ۹- شراکت با

تامین کنندگان ۱۰- بکارگیری کایزن

همانطوری که مشاهده می‌شود اجزاء اشاره شده توسط این منابع در برخی از موارد مشترک بوده و در برخی دیگر غیر مشترک هستند. به همین ترتیب بدیهی است که با بررسی کتب و مقالات بیشتر دامنه این عدم توافق نیز بیشتر شده و نتایج تحقیقات (1995) Michal & Daniel را بیشتر مورد تایید قرار خواهد داد. پس مشخص می‌شود که هیچگونه توافقی در مورد چستی این اجزاء برای اجرا در یک شرکت وجود ندارد.

در ادامه دومین سوالی که مطرح خواهد شد این است که آیا این اجزاء (که هیچ توافق صریحی بر چستی آنها وجود ندارد) برای شرکتهای مختلف که دارای شرایط و توانایی‌های متفاوتی می‌باشند، دارای یک سطح از اهمیت است؟ و اینکه آیا اجرای این سیستم در همه شرایط یکسان و به یک صورت انجام می‌شود یا خیر؟

با بررسی بیشتر بر روی مقالات و کتب مربوط به این سیستم و مطالعه بر روی تئوری‌های مدیریت پاسخ به این سوال منفی خواهد بود. برای نمونه (1995) Gill & Maureen نشان می‌دهند که این سیستم در شرکتهای موفق با روشها و اجزاء گوناگونی به اجرا درآمده و این شرکتهای در این راه آن اجزائی را انتخاب کرده اند که برای فرآیند تولیدی آنها بیشتر مناسب بوده و مطابق استراتژی‌های رقابتی آنها بوده است. بنابر این نشان می‌دهند که حتی از میان نظرات مختلف که هر کدام از صاحب نظران اجزاء متفاوتی را برای اجرای این سیستم ضروری می‌دانند، باز هم بنا بر شرایط اولویت بندی این اجزاء می‌تواند از شرکتهای دیگر متفاوت باشد و اینگونه نیست که اجزاء سیستم تولید JIT اجزاء کاملاً مشخصی باشند که لازم است در تمام شرکتهای همه آنها با یک اولویت به اجرا درآیند علاوه بر این بررسی تئوریهای اقتضایی سازمان نیز تایید کننده این مسئله فوق می‌باشد چراکه طبق این تئوریهای ارائه یک راه حل با این ادعا که برای تمامی شرایط مناسب ترین است مردود شمرده می‌شود. در حالی که (2005) salahedin تعدیلات نیروی انسانی را عامل مهمی در موفقیت یا شکست اجرای سیستم تولیدی JIT دانسته است اما سایر شرکتهای آمریکایی نظیر هارلی دیویدسون و شرکت آنتن سازی TI علت

این کار را افزایش سطح کیفیت (نوری و رادرفورد ۱۳۸۱) و شرکتهایی مانند یوکان علت اجرای سیستم JIT را هزینه‌های تولید و بی‌نظمی شرکت که از موجودی زیاد و تحویل دیر هنگام ناشی شده بود، معرفی کردند (Braian 2006) تمرکز شرکت بر اساس نیاز و شرایط و توانایی‌ها بر روی مسایل مختلف مسلماً باعث ایجاد تغییراتی در اجرای سیستم تولیدی JIT بین آنها و دیگر شرکت‌ها خواهد شد و این چیزی است که در مقالات فوق به آن اشاره شد.

شرکتی که در مسائل آموزش و چند مهارته کردن کارکنان مشکلی ندارد می‌تواند آن را در نظر نگرفته و یا کمتر به آن کمتر اهمیت داده و بودجه کمتری به این امر اختصاص دهد. شرکتی که به خاطر نوع دستگاه‌ها زمان راه اندازی فوق العاده کمتری دارد می‌تواند این جزء سیستم تولیدی JIT را در نظر نگرفته و اولویتی برای تمرکز هزینه، فکر، انرژی و خلاقیت روی آن قائل نشود. شرکتی که مشکل ضایعات دارد مسلماً باید بیشتر روی موارد کیفی مانند گروه‌های QC و گروه‌های کار یخود گردان چراغهای آندون و غیره کار کرده و حجم بیشتری از وقت و هزینه و خلاقیت و غیره را روی آن متمرکز کند بنابر این از آنجا که موانع و شرایط و توانایی‌های مختلفی ممکن است در راه اجرای JIT پیش روی شرکتها باشد، پس اجزاء مختلف و متفاوتی نیز در این شرکتها نسبت به دیگران دارای اولویت خواهند بود.

با توجه به مطالب مطرح شده مشخص می‌شود که قبل از اجرای این سیستم تولیدی در هر شرکتی باید شرکت مذکور را برای اجرای آن آماده نموده که در این راستا نیاز است به سوالات زیر پاسخ داده شود:

- ۱- اجزاء ممکن جهت اجرای سیستم تولیدی JIT کدام است؟
- ۲- اولویت این اجزاء در شرکت مذکور کدام است؟
- ۳- اجزائی که این شرکت برای اجرای سیستم تولید JIT باید از آنها استفاده کند کدامند؟

پاسخ به سوال اول از مرور ادبیات موضوعی مشخص شده است بطوریکه منابعی که هر

کدام اجزای را برای این سیستم ضروری می‌دانند در نظر گرفته و سپس از بین اجزاء نام برده شده تمامی مواردی که در دیگران تکرار شده است حذف شده تا اجزاء ممکن که در این منابع غیر تکراری هستند، شناسایی شوند. این اجزاء عبارتند از:

۱- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه

۲- کوچک کردن دسته‌های تولیدی

۳- چیدمان سلولی

۴- سیستم اطلاعات حسابداری

۵- اصلاح نحوه همکاری با تامین کنندگان

۶- یکسان سازی نرخ تولید

۷- کاهش زمان راه اندازی

۸- سیستم کششی تولید

۹- متمرکز کردن کارخانجات

۱۰- شراکت با تامین کنندگان

۱۱- کارگران چند مهارته

جهت پاسخ به سوالات دوم و سوم از روشهای TOPSIS و تحلیل پارتو به گونه ای که شرح آن خواهد رفت استفاده شده است.

روش تحقیق و جامعه آماری

همانطور که اشاره شد برای پاسخ به سوال اول از ادبیات موضوعی استفاده شده و ۱۱ جزء به عنوان اجزاء ممکن معرفی شده اند و برای پاسخ به سوال دوم از روش Topsis استفاده شده که در آن مزایای تولید بهنگام به عنوان معیارهای مدل مورد استفاده قرار گرفته‌اند. جهت شناسایی مزایای تولید بهنگام از تحقیقات پیشین استفاده شده و پنج نمونه از مزایای اصلی آن جهت تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است. در این زمینه تحقیقات نشان می‌دهد که اجرای تولید بهنگام منجر به بروز مزایای بسیار زیاد و مهمی

رای شرکتهای تولیدی می شود. مهمترین این مزایا عبارتند از بهبود کیفیت، به حداقل رساندن موجودی، جلب بیشتر رضایت مشتریان، بهبود ارتباطات با تامین کننده گان (Aghazadeh, 2003)، کاهش حجم جابجایی نیروی کار، کاهش زمان تلف شده ولید، کاهش زمان راه اندازی (Wafa and Yasin, 1998)، کاهش سطح عملیات، کاهش هزینه مواد اولیه و حداکثر سازی استفاده از فضای موجود (Petersen, 2002). تولید بهنگام می تواند تحویل به موقع از تامین کنندگان را نیز بهبود داده (Yasin et al., 2001) عملیات خرید را بهبود داده و در زمینه نگهداری تعمیرات پیشگیرانه، سطح مشارکت کارکنان [کیفیت] دریافت مواد اولیه، استفاده موثر از کارکنان، تجهیزات، مواد و قطعات. رقابت بهبود ایجاد کند (Altenburg et al., 1999). در نهایت می توان گفت که کاهش هزینه ها (Brox and Fader (1997) کاهش موجودی (Balakrishnan; Norris and Ockree, 1993; Billesbacl (1994) و افزایش کیفیت نیروی کار (Richard and Victor, 2000) نیز از مزایای اجرای تولید بهنگام در شرکت می باشد.

جامعه آماری برای پاسخ به این سوال ۱۵۰ نفر از مدیران و مهندسان شرکتهای لوازم خانگی به عنوان خبرگان امور می باشند. در این قسمت برای هر جزء استخراجی سوال ول سوالاتی مطرح شده که در هر سوال میزان تاثیر آن جزء در هر یک از معیارهای مورد اشاره مورد پرسش قرار گرفته شده است. میزان تاثیر در این سوالات نیز مانند سوال اول با تفاسیر زیر مورد سنجش قرار گرفته است:

۱ (خیلی مخالف)، ۳ (مخالف)، ۵ (بی نظر)، ۷ (موافق) و ۹ (خیلی موافق) همچنین به منظور محاسبه ضرایب مربوط به معیارها نیز از روش آنتروپی استفاده شده است. در پاسخ به سوال سوم نیز پس از در نظر گرفتن ضرایب استخراج شده برای هر گزینه، از تجزیه و تحلیل مبتنی بر پارتو استفاده شده است. روش کار به این صورت بوده که اثر جمعی ضرایب گزینه ها محاسبه شده و عواملی که علی رغم تعداد کم، تعیین کننده حدود ۸۰ درصد اولویت بوده اند به عنوان اجزاء انتخابی برای شرکت مورد نظر انتخاب شده اند.

روش پایایی این روش به خاطر اثبات شده بودن روشهای TOPSIS، آنتروپی و پارتو تضمین شده بوده و محاسبات مربوط به پرسش نامه‌ها نیز از طریق آلفای کرونباخ مورد تایید قرار گرفته است.

۱ (خیلی مخالف)، ۳ (مخالف)، ۵ (بی نظر)، ۷ (موافق) و ۹ (خیلی موافق)

همچنین به منظور محاسبه ضرایب مربوط به معیارها نیز از روش آنتروپی استفاده شده است.

در پاسخ به سوال سوم نیز پس از در نظر گرفتن ضرایب استخراج شده برای هر گزینه، از تجزیه و تحلیل مبتنی بر پارتو استفاده شده است. روش کار به این صورت بوده که اثر تجمعی ضرایب گزینه‌ها محاسبه شده و عواملی که علی رغم تعداد کم متعین حدود ۸۰ درصد اولویت بوده‌اند به عنوان اجزاء انتخابی برای شرکت مورد نظر انتخاب شده‌اند.

روش پایایی این روش به خاطر اثبات شده بودن روشهای TOPSIS، آنتروپی و پارتو تضمین شده بوده و محاسبات مربوط به پرسش نامه‌ها نیز از طریق آلفای کرونباخ مورد تایید قرار گرفته است.

تحلیل داده‌ها

همانطوریکه در بخش روش تحقیق نیز اشاره شد در این تحقیق برای انجام اولویت بندی اجزاء سیستم JIT از روش TOPSIS استفاده شده است. جدول ۱ نشان دهنده پاسخهای افراد به سوالاتی بوده است که به عنوان مثال طی آن از افراد پرسیده شده است که به نظر شما نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه تا چه حدی موجب کاهش موجودی (و یا سایر معیارها) در شرکت خواهد شد. افراد نیز در پاسخ به این سوالات یکی از اعداد ۱ تا ۹ را با تفسیر گفته شده در بخش روش تحقیق انتخاب نموده‌اند. سپس برای هر سوال در جدول ۱ یک خانه تشکیل شده است که عدد هر خانه از میانگین هندسی جواب افراد در مورد سوال مربوط به آن خانه بدست آمده است. مثلاً میانگین عددی پاسخ افراد در زمینه میزان تاثیر نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در کاهش

موجودی شرکت برابر ۸,۴۵ بدست آمده است که نشانه تاثیر بالای این جزء در معیار مورد سوال دارد. سایر اعداد جدول ۱ نیز به همین ترتیب بدست آمده اند.

جدول ۲ نیز نشان دهنده ماتریس تشخیص اوزان برای معیارهای مورد سوال در روش TOPSIS می باشد که همانطور که در این ماتریس دیده می شود اوزان این معیارها از روی ماتریس پاسخ به سوالات و به آنتروپی بدست آمده اند. در ادامه این اوزان در جدول ۳ به صورت یک ماتریس n بعدی درآمده اند تا حاصل ضرب ماتریس مربوط به این جدول و ماتریس نرمالیزه شده جدول ۱ که همان جدول ۴ می باشد، جدول ۵ یا جدول ۷ بدست آید.

جدول ۱. پاسخ به داده ها

معیارها اجزاء	افزایش مشارکت کارکنان	کاهش موجودی	افزایش تنوع محصولات	افزایش کیفیت	کاهش قیمت
نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه	۴,۸۹	۸,۴۵	۲,۹۷	۵,۶۱	۸,۱۹
کوچک کردن دسته های تولیدی	۲,۹	۵,۳۲	۴,۶۹	۴,۴	۳,۸۷
چیدمان سلولی	۱,۳۱	۴,۱۷	۴,۱۲	۱,۱۴	۱
سیستم اطلاعات حسابداری	۱	۴,۶۹	۳,۴	۱,۳۱	۱,۱۴
اصلاح نحوه همکاری با تامین کنندگان	۲,۹۷	۴,۵۸	۴,۵۸	۸,۴۵	۸,۷۲
یکسان سازی نرخ تولید	۱	۴,۶۹	۶,۲۳	۱,۱۴	۱
کاهش زمان راه اندازی	۵,۲۶	۷,۴۵	۸,۴۵	۲,۹۷	۳,۴
سیستم کشتی تولید	۴,۱۲	۳,۵۸	۵,۴۳	۲,۷۸	۱,۹۸
متمرکز کردن کارخانجات	۱,۱۴	۴,۵۸	۱,۴	۱,۱۴	۱,۱۴
شراکت با تامین کنندگان	۱	۱,۲۲	۱,۲۲	۱,۸۴	۱,۲۲
کارگران چند مهارته	۲,۶۱	۱,۱۴	۶,۵	۱	۱,۱۴
جمع ستون	۲۸,۲۱	۵۰,۱۲	۴۸,۹۹	۳۱,۷۸	۳۲,۸
	۲۱	۱۶,۶۱	۱۶,۳	۱۲,۱۹	۱۳,۴۵

جدول ۲. تشخیص اوزان برای ماتریس تصمیم گیری

.۲۴۹	.۱۷۶	.۰۶	.۱۶۸	.۱۷۳	نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه
.۱۱۷	.۱۳۸	.۰۹۵	.۱۰۶	.۱۰۲	کوچک کردن دسته‌های تولیدی
.۰۳	.۰۳۵	.۰۸۴	.۰۸۳	.۰۴۶	چیدمان سلولی
.۰۳۴	.۰۴۱	.۰۶۹	.۰۹۳	.۰۳۵	سیستم اطلاعات حسابداری
.۲۶۵	.۲۶۵	.۰۹۳	.۰۹۱	.۱۰۵	اصلاح نحوه همکاری با تامین کنندگان
.۰۳	.۰۳۵	.۱۲۷	.۰۹۳	.۰۳۵	یکسان سازی نرخ تولید
.۱	.۰۹۳	.۱۷۲	.۱۴۸	.۱۸۶	کاهش زمان راه اندازی
.۰۶	.۰۸۷	.۱۱	.۰۷۶	.۱۴۶	سیستم کشتی تولید
.۰۳۴	.۰۳۵	.۰۲۸	.۰۹۱	.۴	متمرکز کردن کارخانجات
.۰۳۷	.۰۵۷	.۰۲۴	.۰۲۴	.۰۳۵	شرکت با تامین کنندگان
.۰۳۴	.۰۳۱	.۱۳۲	.۰۲۲	.۰۹	کارگران چند مهارته
۸۸۴	۸۸۳	۹۴۶	۹۴۸	۹۱۹	E_1
.۱۱۶	.۱۱۷	.۰۵۴	.۰۵۲	.۰۸۱	I-
.۲۷۶	.۲۲۷	.۱۲۸	.۱۲۳	.۱۹۲	W

جدول ۳. ماتریس Π بعدی اوزان مربوط به شاخص ها

.۲۷۶
.	.۲۲۷	.	.	.
.	.	.۱۲۸	.	.
.	.	.	.۱۲۳	.
.۱۹۲

جدول ۴. ماتریس ND یا ماتریس نرمالیزه شده جوابها یا جدول ۱

.608	.46	.182	.508	.492	نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه
.287	.36	.287	.32	.292	کوچک کردن دسته‌های تولیدی
.074	.093	.252	.151	.131	چیدمان سلولی
.084	.107	.208	.251	.1	سیستم اطلاعات حسابداری
.648	.693	.28	.275	.299	اصلاح نحوه همکاری با تامین کنندگان
.074	.093	.287	.282	.1	یکسان سازی نرخ تولید
.252	.243	.457	.448	.529	کاهش زمان راه اندازی
.147	.228	.234	.23	.414	سیستم کشتی تولید

نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه	.492	.508	.182	.46	.608
متمرکز کردن کارخانجات	.114	.275	.28	.093	.084
شراکت با تامین کنندگان	.1	.073	.074	.15	.09
کارگران چند مهارته	.262	.063	.069	.082	.084

جدول ۵. ماتریس V

نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه	.۰۹۴	.۰۶۲	.۰۲۳	.۱۲۷	.۱۶۷
کوچک کردن دسته‌های تولیدی	.۰۵۶	.۰۳۹	.۰۳۶	.۰۹۹	.۰۷۹
چیدمان سلولی	.۰۲۵	.۰۳۹	.۰۳۶	.۰۲۵	.۰۲
سیستم اطلاعات حسابداری	.۰۱۹	.۰۳	.۰۳۲	.۰۲۹	.۰۲۳
اصلاح نحوه همکاری با تامین کنندگان	.۰۵۷	.۰۳۳	.۰۳۵	.۱۹۱	.۱۷۸
یکسان سازی نرخ تولید	.۰۱۹	.۰۳۴	.۰۳۶	.۰۲۵	.۰۲
کاهش زمان راه اندازی	.۱۰۱	.۰۵۵	.۰۵۸	.۰۶۷	.۰۶۹
سیستم کششی تولید	.۰۷۹	.۰۲۸	.۰۲۹	.۰۶۳	.۰۴
متمرکز کردن کارخانجات	.۰۲۱	.۰۳۳	.۰۳۵	.۰۲۵	.۰۲۳
شراکت با تامین کنندگان	.۰۱۹	.۰۰۷	.۰۰۹	.۰۴۱	.۰۲۴
کارگران چند مهارته	.۰۵	.۰۰۷	.۰۰۸	.۰۲۲	.۰۲۳

پس از بدست آمدن ماتریس V محاسبات مربوط به راه حل ایده آل مثبت و ایده آل منفی به صورت زیر انجام شده است. از آنجا که معیارها از نظر مفهومی به گونه ای لغت سازی شده‌اند که تمامی آنها از جنس هر چه بیشتر بهتر می‌باشند بنابر این نتایج محاسبات مربوطه در زمینه راه حل‌های ایده آل مثبت و منفی به صورت زیر خواهد بود. (شماره اندیس معیارها در ستون جدول ۵ از سمت چپ به راست به ترتیب از ۱ تا ۵ می‌باشد)

$$A^{++} = \{\max V_{i1}, \max V_{i2}, \max V_{i3}, \max V_{i4}, \max V_{i5}\} \\ = \{.178, .191, .058, .062, .101\}54$$

$$A^{-} = \{\min V_{i1}, \min V_{i2}, \min V_{i3}, \min V_{i4}, \min V_{i5}\} \\ = \{.02, .022, .023, .007, .019\}$$

در رابطه فوق منظور از A^{+} راه حل جایگزین مثبت و منظور A^{-} از راه حل جایگزین منفی می‌باشد.

در ادامه جهت محاسبه نتایج مربوط به فواصل و درجه نزدیکی پس از محاسبه خواهیم داشت :

$$d_{i^{-}} = \left[\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^{-})^2 \right]^{\frac{1}{2}} ; i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$d_{i^{+}} = \left[\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^{+})^2 \right]^{\frac{1}{2}} ; i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$CL_{i^{+}} = \frac{d_{i^{-}}}{d_{i^{+}} + d_{i^{-}}} ; 0 \leq CL_{i^{+}} \leq 1 ; i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$d_{1^{+}} = .074$$

$$d_{1^{-}} = .203$$

$$CL_{1^{+}} = .7328$$

$$d_{2^{+}} = .144$$

$$d_{2^{-}} = .109$$

$$CL_{2^{+}} = .4308$$

$$d_{3^{+}} = .243$$

$$d_{3^{-}} = .05$$

$$CL_{3^{+}} = .1706$$

$$d_{4^{+}} = .244$$

$$d_{4^{-}} = .035$$

$$CL_{4^{+}} = .1254$$

$$d_{5^{+}} = .05$$

$$d_{5^{-}} = .236$$

$$CL_{5^{+}} = .8251$$

$$d_{6^{+}} = .245$$

$$d_{6^{-}} = .042$$

$$CL_{6^{+}} = .146$$

$$d_{7^{+}} = .165$$

$$d_{7^{-}} = .121$$

$$CL_{7^{+}} = .5769$$

$$d_{8^{+}} = .194$$

$$d_{8^{-}} = .08$$

$$CL_{8^{+}} = .2919$$

$$d_{9^{+}} = .243$$

$$d_{9^{-}} = .029$$

$$CL_{9^{+}} = .1066$$

$$d_{10^{+}} = .248$$

$$d_{10^{-}} = .023$$

$$CL_{10^{+}} = .0848$$

$$d_{11^{+}} = .246$$

$$d_{11^{-}} = .034$$

$$CL_{11^{+}} = .1214$$

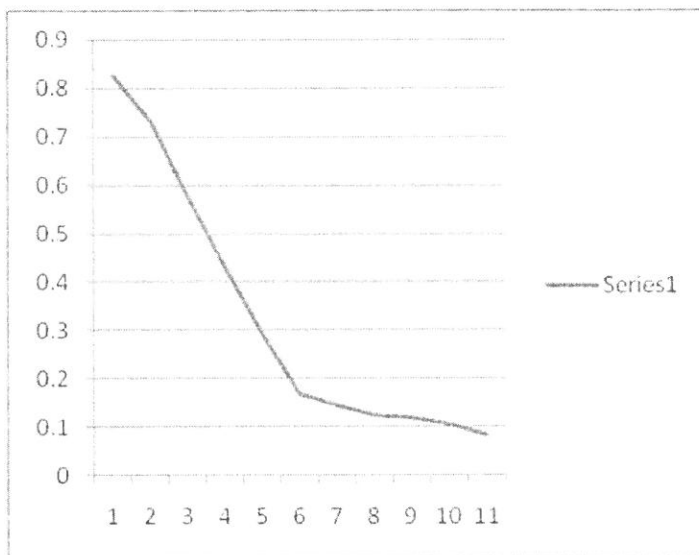
جدول ۶. جدول تعیین رتبه

رتبه	مقدار فاصله	علامت فاصله	اجزاء
2	.7328	CL1	نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه
4	.4308	CL2	کوچک کردن دسته‌های تولیدی
6	.1706	CL3	چیدمان سلولی
8	.1254	CL4	سیستم اطلاعات حسابداری
1	.8251	CL5	اصلاح نحوه همکاری با تامین کنندگان
7	.1460	CL6	یکسان سازی نرخ تولید
3	.5769	CL7	کاهش زمان راه اندازی
5	.2919	CL8	سیستم کشتی تولید
10	.1066	CL9	متمرکز کردن کارخانجات
11	.0848	CL10	شراکت با تامین کنندگان
9	.1214	CL11	کارگران چند مهارته

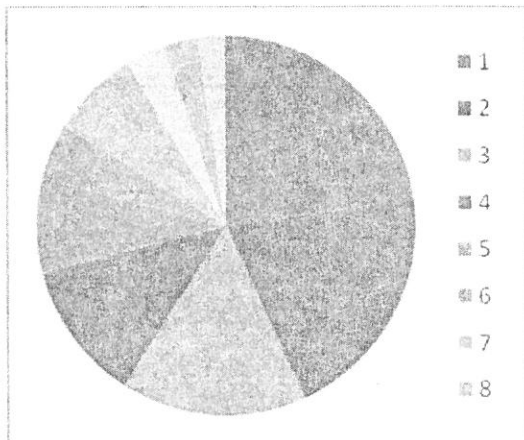
جدول ۷ مربوط به تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از رتبه بندی اجزاء سیستم JIT برای اجرا در صنایع لوازم خانگی می‌باشد. همانطوریکه در این جدول دیده می‌شود با انجام محاسبات تجمعی نزولی مقادیر فاصله اجزاء انتخابی، و سپس محاسبه درصد تجمعی مربوط به آن در ستون آخر مشخص می‌شود که ۵ عامل اول به تنهایی نشان دهنده حدود ۸۰ درصد اولویتهای این شرکت در اجرای اجزاء سیستم JIT می‌باشند و سایر اجزاء که تعداد آنها ۶ مورد است جمعا حدود ۲۰ درصد این اولویت را نشان می‌دهند. بنابر این بهتر است شرکت در مرحله اول تنها این ۵ جزء را در شرکت خود به اجرا درآورد و در واقع ۵ جزء اول اجزاء انتخابی برای اجرای سیستم JIT در این شرکت می‌باشند. نمودارهای ۱ و ۲ نیز این مطلب را مورد تایید قرار می‌دهند. بطوریکه همانطوریکه در نمودار ۱ دیده می‌شود شیب نمودار خطی پس از اولویت ۵ به یکباره دچار شکست شده و این نشان می‌دهد که ۵ جزء اول در یک دسته و ۶ جزء دوم در دسته با اولویت بعدی قرار می‌گیرند. نمودار ۲ نیز نشان دهنده تغییر یکباره مساحت قطاعهای دایره در مورد اجزاء ۵ به بعد می‌باشد.

جدول ۷. تجزیه و تحلیل اولویت بندی اجزاء انتخابی

اولویت	اجزاء	مقدار فاصله	درصد مقدار تجمعی	مقدار تجمعی
1	اصلاح نحوه همکاری با تامین کنندگان	0.8251	0.228414	0.8251
2	نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه	0.7328	0.4312765	1.5579
3	کاهش زمان راه اندازی	0.5769	0.5909808	2.1348
4	کوچک کردن دسته‌های تولیدی	0.4308	0.71024	2.5656
5	سیستم کشتی تولید	0.2919	0.7910473	2.8575
6	چیدمان سلولی	0.1706	0.8382748	3.0281
7	یکسان سازی نرخ تولید	0.146	0.8786922	3.1741
8	سیستم اطلاعات حسابداری	0.1254	0.913407	3.2995
9	کارگران چند مهارته	0.1214	0.9470144	3.4209
10	متمرکز کردن کارخانجات	0.1066	0.9765247	3.5275
11	شراکت با تامین کنندگان	0.0848	1	3.6123



نمودار ۱. نمودار خطی اولویت اجزاء ۱۱ گانه مورد بررسی



نمودار ۲. نمودار دایره ای اولویتهای ۱۱ گانه اجزاء سیستم JIT در شرکت

نتیجه گیری

الف) اجزاء لازم برای اجرای سیستم تولیدی JIT در شرکتهای، صنایع مختلف خواهد بود و اینگونه نیست که این سیستم که به صورت یک پروژه است کاملاً به یک صورت و با همان اجزاء اجرا شود.

ب) از نظر صنایع لوازم خانگی و با توجه به شرایط و قابلیتها و منابع آن اجزاء انتخابی زیر با اولویت گفته شده زیر باید به اجرا درآیند:

۱. اصلاح نحوه همکاری با تامین کنندگان

۲. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه

۳. کاهش زمان راه اندازی

۴. کوچک کردن دسته های تولیدی

۵. سیستم کششی تولید

ج) همانطور که در ادبیات موضوعی اشاره شد، اولویت مذکور تنها متعلق به صنایع لوازم خانگی بوده و از این نظر این نتیجه تحقیق قابل تعمیم نیست ولی می توان روش بکار گرفته شده را در هر شرکتی تعمیم داده و از آن برای انتخاب درست اجزاء این سیستم تولیدی استفاده نمود و نتایج متناسب با آن شرکت را تحصیل نمود.

منابع و مأخذ

- Aghazadeh, S. (2003), "JIT inventory and competition in the global environment: a comparative study of American and Japanese values in auto industry", *Cross Cultural Management*, Vol. 10 No.4, pp.29-42
- Altenburg, K., Griscom, D., Hart, J., Smith, F., Wohler, G. (1999), "Just-in-time logistics support for the automobile industry", *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 40 No.2, pp.59-66.
- Balakrishnan, R., Linsmeier, T.J., Venkatachalam, M., (1996). Financial benefits from JIT adoption: effects of customer concentration and cost structure. *The Accounting Review* 71 (2), 183-205.
- Billesbach, T.J., Hayen, R., (1994). Long-term impact of just-in-time on inventory performance measures. *Production and Inventory Management Journal* 1, 62-67
- Brian J.Carroli,(2006), Lean performance ERP project management, implementing the virtual supply chain. Aspics the educational society for resource management.
- Brox, J.A., Fader, C., (1997). Assessing the impact of JIT using economic theory. *Journal of Operations Management* 15, 371-388.
- C.A. Voss and S.J. Robinson, Application of just-in-time manufacturing techniques in the United Kingdom, *International Journal of Operation and Production Management* 7 (4) (1987), pp. 46-52.
- Chia-Chi Sun and Grace T.R. Lin ,(2009),Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping websites ,*Expert Systems with Applications* Volume 36, Issue
- Flynn, B.B., Sakakibara, S., Schroeder, R.G., (1995). Relationship between JIT and TQM: practices and performance. *Academy of Management Journal* 38, 1325-1353.
- Fullerton, R.R., McMasters, C.S., (1999) b. An Empirical Investigation of the Relationship Between JIT and Financial Performance. Working Paper, McGill University, Montreal, Que.
- Gill Mould & Maureen King,(1995), Just-in-time Implementation in Scottish electronic industry. *Journal of industrial management and data system*,
- Giunipero, L.C. (1990), " Organizational support for just-in-time implementation", *International Journal of Logistics Management*, Vol. 1 No.2, pp.35-40.
- Hall, R.W. (1983), *Zero Inventories* , Dow-Jones-Irwin, Homewood, IL,
- Hwang and Yoon,(1981), C.L. Hwang and K.S. Yoon, Multiple attribute decision making: Methods and applications, Springer-Verlag, Berlin
- James R.evans,(1997), production/operations management, Quality performance and value. University of cincinati. Verst publishing company
- K.O. Cua, K.E. McKeon and R.G.(2001), Schroeder, Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance, *Journal of Operation management* 19 (6), pp. 675-694.
- Lawrence, J., Lewis, H.,(1996), Understanding the use of just-in-time purchasing in a developing country: the case of Mexico, *International Journal of Operations & Production Management*, , pp.68-90.
- L. Sriparavastu and T. Gupta, (1997), An empirical study of just-in-time and total quality management principles implementation in manufacturing firms in the USA, *International Journal of Operation and Production Management* 17 (12), pp. 1215-1232.

- Norris, D.M., Swanson, R.D., Chu, Y., (1994). Just-in-time production systems: a survey of managers. *Production and Inventory Management Journal* 2, 63-66.
- Ockree, K.A., (1993). A just-in-time production philosophy: empirical analyses and field study. Unpublished Doctoral Dissertation, School of Business, University of Kansas.
- Mehra, S., Inman, R.A. (1992), "Determining the critical elements of just-in-time management", *Decision Sciences*, Vol. 23 No.1, pp.160-74.
- Michael S.denecer & Daniel Guied , (1995), An exploration of the components of JIT: Case study and survey results .*International Journal of operations and productions management*, Volume: 15; Issue: 5;
- Noori, Hamid & Radford, Russell,(1998), *Production and Operations Management: Total Quality and Responsiveness*, Petersen, P. (2002), "The misplaced origin of just-in-time production methods", *Management Decision*, Vol. 40 No.1, pp.82-8.
- Richard White^a and Victor Prybutok, (2001),The relationship between JIT practices and type of production system, *Omega*. Oxford Volume 29, Issue 2, Pages 113-124 E.
- Roberta S.russel, (2007), *Operation management, focusing on quality and competitiveness*,
- Salahedin Ismail Salahedin, (2005), JIT implementation in Egyptian manufacturing firms: Some empirical evidence, *Journal of operations and production management*,, pp 354-370
- Schonberger, R.J. (1982), *Japanese Management Techniques*, Free Press, New York, NY ,
- Steven A.Melnyk & David R.Denzler,(1996), *Operations management, Value driven approach*.MC Graw-Hill,
- Wafa, A., Yasin, M. (1998), "A conceptual framework for effective implementation of JIT: an empirical investigation", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 18 No.11, pp.1111-24.
- Yasin, M., Wafa, A., Small, H. (2001), "Just-in-time implementation in the public sector: an empirical study", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 No.9, pp.1195-204.
- Y.G. Sandanayake, C.F. Oduoza and D.G. Proverbs (2008), A systematic modeling and simulation approach for JIT performance optimization ,*Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 6 (11), pp. 735-743.