

آنالیز ارزش و کاربرد آن در خطوط مونتاژ

دکتر هوشنگ تقی‌زاده*

جواد پورتقی انوریان**

چکیده

این مقاله چگونگی استفاده از تکنیک آنالیز ارزش را در مورد خطوط مونتاژ بیان می‌کند. برای تحقق این امر، با استفاده از ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک^۱، موقعیت سازمان مشخص و لزوم اجرای آنالیز ارزش در سازمان مورد مطالعه، بررسی می‌گردد. با مطالعه وضعیت خط مونتاژ، معیارهایی از قبیل؛ متوسط تعداد فعالیت‌ها در هر ایستگاه، شاخص همگونی فعالیت‌ها، توزیع کارها و فعالیت‌ها در هر ایستگاه همراه با افزایش میزان خروجی، متوسط ضریب کارایی ایستگاهها، تعداد تولید و نیروی انسانی مشغول به کار برای هر یک از دو حالت (قبل و بعد از متعادل سازی خط مونتاژ) محاسبه می‌گردد. در ادامه، ضمن مقایسه معیارهای محاسبه شده در دو حالت، میزان صرفه جویی‌های ریالی مشخص می‌شود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که اجرای این روش، صرفه جویی‌های اقتصادی قابل توجهی به همراه دارد.

واژگان کلیدی

ارزش، آنالیز ارزش، ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک، متعادل سازی، خط مونتاژ، ضریب کارایی، زمان سیکل تولید، ایستگاه‌های کاری

* استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز (taghizadeh_46@yahoo.com)

تبریز- کوی ولیعصر- خیابان دانشگاه- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

** دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی (گرایش تولید و عملیات)، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز

تبریز- کوی ولیعصر- خیابان دانشگاه- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

نویسنده مسئول یا طرف مکاتبه: دکتر هوشنگ تقی‌زاده

مقدمه

سیر دگرگونی صنعت مدرن به شرایط اقتصادی وابسته است، به طوری که این وابستگی عملاً در تمامی شاخه‌های صنعتی محسوس می‌باشد. چنین تحولی شرکت‌ها را ملزم می‌سازد تا به امر رقابت در زمینه قیمت فروش، اهمیت قابل ملاحظه‌ای قائل گردند.

نیل به درجات بالاتر (ناشی از تفاوت قیمت تمام شده و قیمت فروش) که بقاء و ادامه حیات یک شرکت را بیمه می‌کند، لزوم منطقی نزول قیمت تمام شده را ایجاد می‌نماید. اما این کاهش باید توأم با رعایت عوامل دیگر همچون نیاز و تقاضای بازار، کیفیت دستاوردها و محصولات در دست توسعه و کارایی بهتر آن حاصل شود (لاشیت، ۱۳۸۱، ۱۱).

به منظور کاهش قیمت تمام شده با حفظ کیفیت محصول که همواره دو عامل اساسی و مهم برای مشتریان محصولات و خدمات سازمانها محسوب می‌گردد، ضروری می‌نماید که وضعیت فعلی محصول تولیدی یا خدمات قابل ارائه از نظر ارزش، بازنگری و مورد کنکاش قرار گیرد تا هزینه‌های ناخواسته و نامشهود که در دل محصول تولیدی به مشتریان ارائه می‌شود حذف و به گردونه درآمد سازمان‌ها اضافه گردد. همان طوری که در منابع و متون مختلف آمده است این دقت نظر و تأمل اندیشه از دوران گذشته مورد بررسی و باریک بینی قرار گرفته است. به طور حتم، این امر یکی از دغدغه‌های اساسی اندیشمندان علم مدیریت و گردانندگان صنایع بوده و در نتیجه روش‌های متعددی که امروزه کلاسیک (سنتی یا قدیمی) محسوب می‌شوند توسط صاحب‌نظران و اندیشمندان ارائه شده است. از جمله این شخصیت‌های علمی، فردریک وینسلو تیلور^۱، هنری گانت^۲، فرانک و لیلیان گیلبرت^۳، هرینگتون امرسون^۴ و... هستند. وجوه مشترک دیدگاههای مذکور، بررسی یک محصول است که در گذشته دقیقاً مشخص و طراحی شده است، به صورتی که کسب سود، اساساً در فازهای تولید (ساخت) آن محصول جستجو می‌شده است.

تکنیک جدید و بنیادی که همراه با زیر سؤال بردن خود «طرح» و سبب‌یابی آن نیز می‌باشد، آنالیز ارزش است. این تکنیک در زمان جنگ جهانی دوم، هنگامی که دستیابی به مواد و مصالح ضروری، دچار مشکل بود، در صنایع مطرح شد.

در سال ۱۹۴۷ لاورنس دی مایلز^۵، مهندس ارشد شرکت جنرال الکتریک آمریکا که مبتکر و بنیانگذار آنالیز ارزش به شمار می‌رود، یک روش رسمی را به اجرا در آورد که در جریان آن چندین گروه از کارکنان شرکت، عملکرد محصولات تولیدی شرکت فوق را بررسی می‌کردند. آنها به اتکاء روشهای خلاق گروهی و بدون افت کارایی محصول، تغییراتی در محصولات شرکت بوجود آوردند و هزینه‌های تولید را کاهش دادند. این نظریه و روش جدید به سرعت در صنایع مختلف فراگیر شد و برگشت عظیم سرمایه را به همراه داشت. او این حرکت را آنالیز ارزش نام نهاد (الفت و هاشمی، ۱۳۸۲، ۵۸-۵۷).

در این روش، محصول نهایی با بهره‌گیری از ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکارهای تکنیکی، صرفاً عملکردهای لازم را شامل شده، عملکردهای زاید ناخواسته را از خود دفع نموده و به صورت یک محصول عالی و برجسته به بازار عرضه می‌گردد (همان منبع، ۱۲).

با توجه به دامنه کاربرد تکنیک آنالیز ارزش روی محصولات موجود، از این روش در خطوط مونتاژ نیز می‌توان بهره جست. به همین منظور، با الهام از تئوری‌های آنالیز ارزش و سعی در پیاده سازی آن در خطوط مونتاژ، روش اجرایی تدوین گردیده است. در ادامه، مطابق روش تدوین شده، نسبت به حذف عناصر غیر ضروری اقدام، و از شیوه‌های متعادل سازی خطوط مونتاژ در جهت کاهش قیمت تمام شده محصول، ضمن حفظ سایر پارامترهای موثر بر کیفیت استفاده به عمل می‌آید. در نهایت، با انجام محاسبات لازم میزان صرفه جویی‌های اقتصادی مشخص می‌گردد.

در این مقاله از نمادها و پیش فرض‌های اساسی زیر استفاده شده است:

الف- نمادها

F = میزان رضایت خاطر مشتری از کارکرد مورد نظر

C = هزینه پرداختی برای انجام کار مورد نظر

V = نماینده ارزش ($V = \frac{F}{C}$)

n = تعداد فعالیت‌های قابل انجام در خط مونتاژ

m = تعداد ایستگاههای کاری

t_i = زمان استاندارد فعالیت i ام

K_j = تعداد فعالیت قابل انجام در ایستگاه j ام

Z = زمان خالص کاری (ساعات کاری روزانه منهای زمان‌های

استراحت مجاز)

1. Frederik Winslow Taylor

2. Henry Gantt

3. F. & L. Gilbert

4. Harrington Emerson

5. Lawrence D. Miles

۲- مفهوم آنالیز ارزش

با توجه به سیر تاریخی آنالیز ارزش و مطرح شدن آن تحت عناوین «مهندسی ارزش»، «آنالیز ارزش»، «کنترل ارزش»، «روش شناسی ارزش» و ... تعاریف متفاوتی با عناوین مختلف ارائه شده است، که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد:

- «آنالیز ارزش روشی سیستماتیک برای ارتقاء ارزش کالاها و خدمات با استفاده از بررسی عملکردها می‌باشد» (Wikipedia, 2005).

- «آنالیز ارزش عبارت از تلاش سازمان یافته به منظور تجزیه و تحلیل سیستم‌ها، تجهیزات و انتخاب مواد برای دستیابی به عملکردهای اساسی با کمترین هزینه بدون کاهش کیفیت، ایمنی و قابلیت اطمینان است» U.S. General Services Administration, 2005).

- «آنالیز ارزش یک تلاش سازمان یافته در تحلیل عملکردهای سیستم، تجهیزات و خدمات است که هدف آن به دست آوردن کارکردهای ضروری با کمترین هزینه دوره عمر^۱ و با عملکرد، قابلیت اطمینان، کیفیت و ایمنی می‌باشد. این تلاش می‌تواند به وسیله افراد خود سازمان و یا پیمانکار بیرونی انجام پذیرد» (White House Home, 2005).

- «مهندسی ارزش (VE) یک ابزار مؤثر اثبات شده برای بهبود مستمر و بهبود طراحی‌ها است. VE اختصاص منابع محدود را بدون نقصان در کیفیت یک پروژه، مقدر می‌سازد» Washington State Department of Transportation, 2005).

- «مهندسی ارزش که به عنوان آنالیز ارزش نیز شناخته می‌شود یک روش سیستماتیک و بر پایه عملکرد به منظور بهبود ارزش تولیدات، پروژه‌ها و فرایندها است» Ontario Ministry of Transportation, 2005).

- مولفین نیز با مطالعه منابع مختلف، آنالیز ارزش را به صورت زیر تعریف می‌کنند:

«آنالیز ارزش یک متد و تحلیل عملکرد تیمی است که با تفکیک محصول به عملکردهای فرعی، هزینه‌های نامشهود را که در دل محصول تولیدی به مشتریان ارائه می‌گردد حذف نموده و با حفظ دو فاکتور مهم کیفیت و رضایت مشتری، که برآیند آن در دنیای کسب و کار، یک استراتژی برد - برد است، صرفه‌جویی‌های حاصله را به چرخه درآمد سازمان تزریق می‌کند».

به طور کلی مهندسی ارزش، مجموعه تکنیک‌هایی است که هدف آن حذف هزینه‌های غیرضروری بوده و این هزینه‌ها در

$N =$ تعداد تولید روزانه

$$CT = \text{زمان سیکل تولید} \left(CT = \frac{Z}{N} \right)$$

$$S_j = \text{مجموع زمان فعالیت ایستگاه } j \text{ ام} \left(S_j = \sum_{i=1}^{k_j} t_i, j = 1, 2, 3, \dots, m \right)$$

$$L = \text{حداقل تعداد ایستگاه‌ها} \left(L = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT} = \frac{\sum_{j=1}^m S_j}{CT} \right)$$

$$E_j = \text{ضریب کارایی ایستگاه } j \text{ ام} \left(E_j = \frac{S_j}{CT} \right)$$

$$WR = \text{تعداد متوسط فعالیت‌ها در خط مونتاژ} \left(WR = \frac{n}{m} \right)$$

$$SI = \text{شاخص همگونی فعالیت‌ها در خط مونتاژ} \left(SI = \left[\sum_{j=1}^m (CT - S_j)^2 \right]^{1/2} \right)$$

$$S_{av} = \text{متوسط زمان فعالیت ایستگاه‌ها} \left(S_{av} = \frac{\sum_{j=1}^m S_j}{m} \right)$$

$BE =$ نمایشگر توزیع کارها و فعالیت‌ها در هر ایستگاه همراه با

$$\text{افزایش میزان خروجی} \left(BE = \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^m |S_j - S_{av}|}{m \times S_{av}} \right) \times 100 \right)$$

$P =$ نسبت فروش محصول در بازارهای داخلی

$Q =$ افزایش تولید (ناشی از اجرای آنالیز ارزش)

$M_1 =$ قیمت محصول در بازار داخلی

$M_2 =$ قیمت محصول در بازارهای خارجی (صادرات)

$Y =$ سود حاصل از افزایش تولید

$F =$ هزینه تمام شده ماهیانه هر نفر نیروی انسانی

$T =$ تعداد ماههای سال

$E =$ تعداد نیروی انسانی تعدیل شده (ناشی از اجرای آنالیز ارزش)

$H =$ صرفه جویی ریالی ناشی از کاهش نیروی انسانی

$I =$ کل صرفه‌جویی ریالی حاصل از اجرای روش پیشنهادی

ب- پیش فرض‌های اساسی

۱- مشخصات تمام فعالیت‌ها و زمان استاندارد کارها از قبل معلوم است.

۲- تقدم و تأخر فعالیت‌ها از قبل مشخص می‌باشد.

۳- تولید به صورت انبوه می‌باشد.

۴- تقاضای بازار به طور نامحدود فرض شده است.

۵- محدودیت منابع (اعم از ارزی و ریالی) وجود ندارد.

۶- مواد اولیه مورد نیاز دائماً در دسترس می‌باشد.

۷- امکان افزایش طول خط مونتاژ وجود دارد.

۸- جامعه آماری از تکنولوژی مؤثر اعم از سخت‌افزار و نرم‌افزار برخوردار است.

1- هزینه دوره عمر، هزینه کل یک سیستم، ساختمان و یا محصول در سراسر عمر مفید آن می‌باشد. کل هزینه‌ها شامل هزینه‌های خرید، وام و هزینه‌های عملیاتی (هزینه‌های انرژی و زیست محیطی) است.

- ایجاد برنامه بازاریابی برای محصولات فوق
 - کاهش هزینه‌های اداری و بالاسری
 - کسب ارزش بیشتر در مقابل سرمایه به کار گرفته شده در تجهیزات تولیدی و اداری
 - یافتن روشهایی برای ارائه خدمات بهتر به مشتریان با هزینه‌های پایین‌تر
- در نهایت، مهندسی ارزش به عنوان یک ابزار مدیریتی می‌تواند منجر به نتایج ذیل شود (ذوالقدر، ۱۳۷۰، ۴۷):

- ۱- پایین آوردن هزینه تولید؛
- ۲- به حداقل رساندن پیچیدگی‌های تولید؛
- ۳- کم کردن زمان تولید؛
- ۴- استفاده از اندیشه‌ها و خلاقیت‌ها؛
- ۵- تامین کامل نیازهای مشتریان و افزایش رضایت آنها؛
- ۶- افزایش رضایت و انگیزه همکاران به واسطه افزایش سطح عملکرد آنها؛
- ۷- بهینه کردن فرآیندهای کاری؛
- ۸- کاهش مخارج سرمایه‌گذاری؛
- ۹- ارتقاء یا ثبات کیفیت (نه کاهش هزینه به قیمت کاهش کیفیت)؛
- ۱۰- افزایش سهم بازار و حصول اطمینان برای سودآوری؛
- ۱۱- افزایش توان رقابت در بازار.

به طور کلی مسائل اقتصادی و تورم همیشگی قیمت‌ها که در حال حاضر اکثر کشورهای دنیا را به خود مشغول کرده، ضرورت آنالیز ارزش را دو چندان نموده است. همچنین برای اکثر شرکت‌ها با هر ماهیتی که باشند امکانات وسیع اقتصادی وجود دارد که آنالیز ارزش نمی‌تواند در روشن ساختن آنها کوتاهی کند (لاشنتیت، ۱۳۸۱، ۱۳۷).

۴- متعادل‌سازی خط مونتاژ

با توجه به هدف این مقاله (کاربرد آنالیز ارزش در خطوط مونتاژ) لازم است به تعاریفی از خط مونتاژ و شیوه‌های متوازن ساختن آن نیز به اختصار اشاره گردد:

- کوشش برای تقلیل اختلاف زمانی بین نقاط مختلف کاری خط مونتاژ را «متوازن ساختن خط مونتاژ» می‌نامند (الوانی و میر شفیعی، ۱۳۸۳، ۱۵۳-۱۵۲).
- متعادل‌سازی خط مونتاژ، عبارت از حداقل کردن کل زمان بیکاری یا حداقل کردن تعداد اپراتورها برای انجام

افزایش ارزش و عملکرد محصول نقشی ایفا نمی‌کنند. از آنجایی که در طراحی و تولید یک محصول یا خدمت، قدم اول آگاهی از ویژگی‌هایی است که مشتریان از محصول یا خدمت انتظار دارند، بنابراین با توجه به محدودیت منابع و پاسخگویی به نیازهای مشتریان، سازمان‌ها را بر آن می‌دارد تا ویژگی‌هایی را که نزد مشتری اهمیت بیشتری دارند شناسایی کرده و بهترین راه‌حل را از نظر هزینه و کیفیت برای دستیابی به آنها تعیین کنند. تکنیک‌های مهندسی ارزش، ابزارهای مناسبی برای تحقق این اهداف هستند.

۳- ضرورت استفاده از آنالیز ارزش

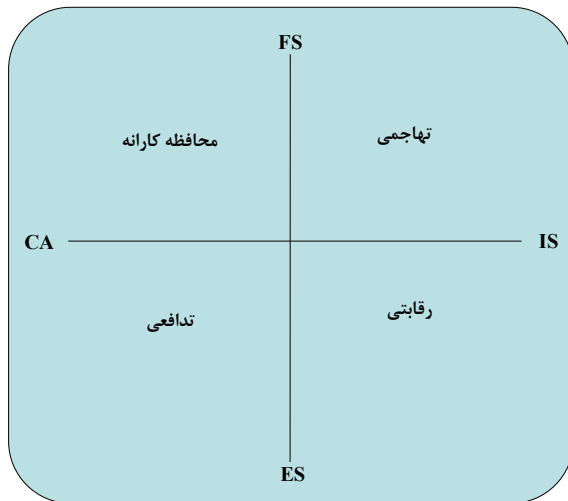
بررسی دقیق محصول بر اساس ضرورت و دلیل استفاده آن، برای شناخت و تحلیل وظایف اصلی به منظور حذف وظایف و عملکردهای غیرضروری لازم است. این امر از طریق بکارگیری خلاقیت و نوآوری کارکنان در جهت یافتن روشهای اقتصادی و موثرتر و سرانجام، کاهش هزینه و افزایش ارزش محصول انجام می‌گیرد (مرکز بهره‌وری ژاپن، ۱۳۷۶، ۱۱۳).

مهندسی ارزش یک فرآیند بازنگری طراحی، برای پیدا کردن خطاها و اشتباهات نیست. چرا که فرض بر این است که طراحان نیازهای مصرف‌کنندگان را در هنگام طراحی لحاظ نموده‌اند. با وجود این، مهندسی ارزش فرض می‌کند که فرصتهایی به طور نامشهود وجود دارد که می‌توان از آن بهره گرفت، عمده‌ترین آنها عبارتند از (Barlow, 2005):

- محدودیت‌های سازمانی؛
 - فرضیات ناصحیح؛
 - تغییرات در آخرین پیشرفت‌های علمی؛
 - روشهای استاندارد که در یک طراحی بهترین نیستند.
- سازمانی که به شکل کارآمد اداره می‌شود و سعی می‌کند طرح را کاملاً در موعد مقرر، بدون خطا، با کمترین هزینه طراحی کند، بندرت منابعی برای جستجوی فرصت‌ها در اختیار دارد. مهندسی ارزش منابع مرتبط را فراهم آورده و فرصت‌های بسیار عالی برای یافتن بهبود دارد. با رهبری مناسب و صرف وقت کافی، تیم طراحی با نگرش مهندسی ارزش، می‌تواند فرصت‌ها را عموماً بیشتر از افراد غیر عضو در تیم، شناسایی کند. از آنجایی که آنالیز ارزش یک فعالیت تیمی است، بنابراین تیم با در نظر گرفتن تمام جنبه‌های محصول یا طرح، می‌تواند به موارد زیر دسترسی پیدا کند (Ibid)
- توسعه بهتر محصولات با هزینه کمتر

داخلی (توان مالی (FS)^۱ و مزیت رقابتی (CA)^۲، و دو بعد خارجی (ثبات محیطی (ES)^۳ و قدرت صنعتی (IS)^۴) می‌باشند. برای تعیین وضعیت کلی سازمان از نظر استراتژیک، این چهار عامل دارای بالاترین اهمیت می‌باشند. نمودار (۱)، نوع استراتژیها را نشان می‌دهد (دیوید، ۱۳۸۲، ۳۶۶).

نمودار(۱): ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک



راهبرد کلی در خصوص سازمانهایی که در هر کدام از نواحی قرار دارند به صورت ذیل تشریح می‌شود:

۱- سازمانی که در وضعیت تهاجمی قرار دارد، در بهترین شرایط ممکن می‌باشد. در وضعیت تهاجمی، توسعه بازار یکی از استراتژیهای پیشنهادی است (همان منبع، ۳۷۱)، بنابراین می‌توان با اجرای آنالیز ارزش و کاهش هزینه، روند رشد رقبا را کند نمود و سهم بازار را ارتقاء داد.

۲- حالتی که سازمان در وضعیت محافظه کارانه قرار می‌گیرد، بدین معنی است که سازمان باید شایستگی‌های اصلی خود را حفظ نماید و خود را در معرض خطرهای بزرگ قرار ندهد (همان منبع، ۳۷۱). در این حالت، سازمان بایستی هزینه اجرای آنالیز ارزش را کاهش دهد و از طریق اعمال موارد کاهش هزینه در تولید، سعی در بالا بردن ارزش محصولات تولیدی و سهم بازار بنماید.

۳- در صورتی که سازمان در وضعیت تدافعی قرار گیرد، بدین معنی است که باید نقاط ضعف داخلی خود را اصلاح کند و از تهدیدات خارجی پرهیز نماید (همان منبع، ۳۷۱). این وضعیت

مقدار معینی کار جهت حصول سرعت مونتاژ معین می‌باشد (عابدزاده، ۱۳۸۴، ۲۳).

به طور کلی دو روش برای حل مسائل متعادل‌سازی خط مونتاژ تحت عناوین «روشهای دقیق» و «روشهای هیوریستیک» وجود دارد. روش‌های دقیق عمدتاً برای حل مسائلی در اندازه کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این روش‌ها می‌توان با بهره‌گیری از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، نظیر برنامه‌ریزی خطی، عدد صحیح، صفر و یک، پویا، برنامه‌ریزی آرمانی و ... به جواب رسید.

روشهای هیوریستیک نیز برای حل مسائلی با اندازه بزرگ به کار گرفته می‌شوند. برای حل مسائلی با بیش از ۵۰ عنصر کاری، این روشها با سرعت می‌توانند به جواب برسند. در روشهای هیوریستیک، تخصیص و گروه بندی وظایف بر اساس نمودار ترتیب و تقدمی و به شکل حرکت به جلو انجام می‌گردد. در این حالت، اغلب روشها، عناصر کاری را که دارای بیشترین اهمیت می‌باشند به اولین ایستگاهها اختصاص می‌دهند. این روشها، لزوماً جواب بهینه مطلق را ارائه نمی‌نمایند بلکه جواب‌های نزدیک به بهینه را می‌دهند (بیگدلی، ۱۳۷۳، ۸).

۵- بررسی امکان استفاده از آنالیز ارزش در سازمان

علیرغم رعایت جنبه‌های صرفه جویی در پدیدآوری محصولات جدید، امروزه علاقه زیادی به استفاده از تکنیک‌های آنالیز ارزش در جهت ارتقاء ارزش محصولات موجود بیش از محصولات جدید در سازمانها دیده می‌شود. دلیل این امر آشکار بودن تفاوت هزینه‌های قبل و بعد از بکارگیری روش فوق است. با الهام از این مطلب، به جهت نقش اصلی خطوط تولیدی هر سازمان تولیدی در ادامه حیات و ایجاد درآمد، اجرای روش آنالیز ارزش روی خطوط مونتاژ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

از آنجایی که یکی از اهداف اصلی اجرای آنالیز ارزش روی سیستم‌های تولیدی، حذف هزینه‌های غیر ضروری، کسب رضایت مصرف کننده و افزایش سهم بازار با حفظ کیفیت محصول است به همین دلیل برای اطمینان از ادامه فعالیتها، بایستی موقعیت سازمان را در بازار مشخص کرده و لزوم اجرای آنالیز ارزش مورد مطالعه قرار گیرد. برای انجام این امر از روش‌های مختلفی می‌توان بهره جست که یکی از این روشها، استفاده از ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک است. این ماتریس دارای چهار خانه می‌باشد که از استراتژی‌های تهاجمی، محافظه کارانه، تدافعی و رقابتی تشکیل شده است. این استراتژیها نشان دهنده دو بعد

1. Financial Strength (FS).
2. Competitive Advantage (CA)
3. Environmental Stability (ES)
4. Industry Strength (IS)

$$V = \frac{F \uparrow}{C \rightarrow} \quad (۳)$$

$$V = \frac{F \uparrow}{C \uparrow} \quad (۴)$$

$$V = \frac{F \uparrow}{C \downarrow} \quad (۵)$$

در روابط فوق نمایشگر \rightarrow به معنی ثابت بودن، \uparrow به معنی ارتقاء و \downarrow به معنی کاهش می‌باشد (در فرمول (۴) صورت و مخرج کسر هر دو افزایش پیدا می‌کنند اما افزایش رضایت مشتریان (صورت) بیشتر از مقدار افزایش هزینه (مخرج) می‌باشد). بدیهی است با توجه به تعریف مهندسی ارزش، وقوع هر یک از حالت‌های زیر مطلوب نمی‌باشد:

$$V = \frac{F \downarrow}{C \downarrow} \quad (۶)$$

$$V = \frac{F \downarrow}{C \rightarrow} \quad (۷)$$

$$V = \frac{F \downarrow}{C \uparrow} \quad (۸)$$

هدف استفاده از آنالیز ارزش در خطوط مونتاژ، تغییر طراحی و یا اصلاح فرآیند تولید قطعه نیست، بلکه بکارگیری این تکنیک در خطوط فوق بیشتر به شیوه صحیح انجام کار و استفاده بهینه از امکانات مربوط می‌شود. به همین دلیل رابطه (۲) به عنوان نشانگر ارتقاء ارزش، معقول و منطقی است؛ چرا که با اعمال شیوه‌های متعادل‌سازی خط مونتاژ، ضمن تسهیل در فرآیند خط مذکور با انجام صحیح کار، تعیین تعداد بهینه ایستگاه‌های کاری، استفاده مناسب از تجهیزات و ابزارها، بکارگیری نیروی انسانی مورد نیاز، حذف زمان اتلاف و بالا بردن راندمان خط، هدف تقلیل هزینه‌های مونتاژ است که در دل قیمت تمام شده به مشتریان تحمیل می‌گردد. بدین ترتیب با کاهش مخرج کسر در رابطه (۲) ارزش محصول سیر صعودی پیدا می‌کند. بنابراین در خطوط مونتاژ توجه اصلی روی کاهش هزینه‌ها است. لذا ثبت و مستندسازی دقیق عملیات مونتاژ به عنوان اولین گام در اجرای آنالیز ارزش از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. این اقدام حتی‌المقدور بهتر است با همکاری متخصصین تکنولوژی‌های مونتاژ و خود کارکنان شاغل در خط که اشراف کاملی بر وضعیت جاری خط دارند انجام پذیرد. عدم انجام صحیح این مرحله، موجب دوباره‌کاری‌های بسیاری در مراحل بعدی می‌شود. با ثبت کلیه فعالیت‌های جاری، امکان

بدترین حالت در میان وضعیت‌های چهارگانه فوق است و معمولاً در این شرایط اجرای آنالیز ارزش به دلیل کاهش فعالیت‌ها و فروش یا واگذاری بخش‌های سازمان توصیه نمی‌شود.

۴- موقعی که سازمان در وضعیت رقابتی قرار می‌گیرد، بدین معنی است که باید استراتژی‌های رقابتی را که شامل توسعه بازار، توسعه محصول و تشکیل مشارکت می‌شود به اجرا درآورد (همان منبع، ۳۷۱). در این حالت سازمان می‌تواند با انجام فعالیت آنالیز ارزش، هزینه‌ها را کاهش داده و موجب پایین آمدن قیمت تمام شده گردد. با کاهش قیمت محصولات، راه برای رقابت بیشتر فراهم شده و افزایش سهم بازار امکان‌پذیر می‌گردد.

۶- اجرای آنالیز ارزش در خطوط مونتاژ

با توجه به توضیحات فوق، با این فرض که موقعیت سازمان مورد نظر، در وضعیتی قرار دارد که اجرای آنالیز ارزش توصیه می‌شود، بنابراین اقدام به پیاده‌سازی آنالیز ارزش می‌گردد. با توجه به برداشت و طرز تلقی هر مصرف‌کننده از کالا یا خدماتی که ارائه می‌شود، اگر در مقابل درخواست‌های مشتری پاسخ مطلوب و عالی با هزینه پایین داده شود، طبیعی است که وی ارزش بالایی را برای کالا یا خدماتی که ارائه می‌شود، در نظر می‌گیرد. در صورتی که عملکرد کالا در قبال انتظارات و خواسته‌های مشتریان ضعیف و هزینه نیز بالا باشد وی ارزش پایینی را به کالا یا خدمات نسبت می‌دهد. در این ارتباط آقای «اس.اس. ونکاتارامانان^۱» از مهندسان سرشناس بین‌المللی در عرصه مهندسی ارزش و رییس سابق انجمن ارزش هند، معادله ابتکاری زیر را برای محاسبه ارزش کارکردهای موجود در پروژه‌ها به ویژه در عرصه خدمات، پیشنهاد می‌کند (Rand, 1979, 17-23)

$$V = \frac{F}{C} \quad (۱)$$

همان طور که دیده می‌شود، V و C در دو سوی متضاد این معادله قرار دارند. به عبارت دیگر، ارزش در مقابل هزینه قرار می‌گیرد. از تعریف مذکور چنین استنباط می‌شود، که ارزش یک محصول یا خدمات بسته به نوع محصول و استراتژی سازمان، در چهار حالت زیر ممکن است ارتقاء یابد:

$$V = \frac{F \rightarrow}{C \downarrow} \quad (۲)$$

۱۳. ممیزی اجرای طرح به منظور اطلاع از نتایج حاصله و مقدار صرفه جویی‌هایی بدست آمده.

۸- بکارگیری مراحل پیشنهادی آنالیز ارزش

مباحث فوق، در قالب پژوهشی در یکی از شرکتهای بزرگ صنعتی کشور انجام گرفته است^۱. جامعه آماری، روش انجام و یافته‌های تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

۱-۱- جامعه آماری

این تحقیق در طول سال ۱۳۸۴ طی دو مرحله انجام شده است. مرحله اول شامل ارزیابی موقعیت سازمان، و مرحله دوم ارزیابی اقتصادی پیاده سازی آنالیز ارزش روی خط مونتاژ است. در انجام مرحله اول، از آنجایی که تمامی پرسنل سازمان از اطلاعات لازم به منظور مشارکت برخوردار نبوده‌اند در نتیجه مدیران ارشد، مدیران میانی و مشاورین سازمان به عنوان اعضای جامعه آماری انتخاب گردیده‌اند. بنابراین جامعه آماری برابر ۵۰ نفر بوده، و به علت توصیفی بودن روش تحقیق و محدود بودن حجم جامعه آماری، تمامی اعضای جامعه آماری مورد مطالعه قرار گرفته است.

جامعه آماری مرحله دوم تحقیق را خط مونتاژ همان سازمان تشکیل می‌دهد. زیرا مطالعات و پژوهش‌های انجام گرفته در سازمان نشان می‌دهد که از بین واحدهای مختلف سازمان، واحد مونتاژ به عنوان یک واحد گلوگاهی در تحقق اهداف تولیدی سازمان می‌باشد. بنابراین به دلیل نقش اساسی که این واحد در تحقق برنامه‌های تولید سازمان ایفا می‌کند به عنوان جامعه آماری این تحقیق انتخاب گردیده است.

۱-۲- تهیه ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک (SPACE).

به منظور جمع‌آوری داده‌ها و تشکیل ماتریس SPACE، از نظر سنج^۲ استاندارد شده^۳ استفاده گردیده است (Rowe & etal, 1982, 155-156). در نهایت طی تشکیل جلسات متعدد با کل اعضای جامعه آماری و بهره‌گیری از تکنیک دلفی، به هر یک از عوامل امتیازاتی داده شده است. شرح عوامل، دامنه امتیازات و امتیاز هر عامل در جداول زیر نشان داده شده است:

بررسی آنها به صورت یکپارچه حاصل می‌شود. داشتن نگرش سیستمی در تحلیل و بررسی عملیات جاری مونتاژ و استفاده از اصول و ابزارهای مهندسی روشها، کمک بسیار زیادی به کشف عملیات زاید، ترکیب و یا حذف آنها می‌نماید.

برای بهره‌گیری از مهندسی روشها در تحلیل عملیات مونتاژ، می‌توان از نمودار فرایند برای ثبت فرایندها و تشریح عملیات استفاده نمود؛ سپس فرایندهای ثبت شده را با ابزارهایی مانند «تحلیل عملیات»، «مطالعه حرکت»، «مطالعه زمان» و ... مورد تحلیل قرار داد. نتایج تحلیل‌های انجام گرفته مبنای تصمیم‌گیری در رابطه با حذف عملیات فاقد ارزش و رهنمودهایی برای بهبود خواهد بود.

پس از انجام مراحل فوق، اقدام به ترسیم نمودار تقدم و تأخر فعالیت‌ها نموده و بر اساس این نمودار متعادل‌سازی خط انجام می‌پذیرد. مقایسه نتایج حاصل از معیارهای محاسبه شده در دو حالت قبل و بعد از متعادل‌سازی و صرفه جویی‌های حاصله، مراحل بعدی است. نهایتاً نتایج بایستی به صورت یک گزارش به مدیریت جهت تأیید نتایج و صدور دستورات اجرایی ارائه شود. در پایان تصمیمات متخذه اجرا و سپس به منظور اطمینان از اجرای صحیح آنالیز ارزش، سیستم مورد ممیزی قرار می‌گیرد.

۷- مراحل پیشنهادی آنالیز ارزش

متدولوژی پیاده سازی تکنیک آنالیز ارزش در خطوط مونتاژ، به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد:

۱. تشکیل تیم و استفاده از متخصصین خبره؛
۲. بررسی موقعیت سازمان و لزوم اجرای آنالیز ارزش با استفاده از ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک (SPACE)؛
۳. انتخاب و تعریف مسأله؛
۴. جمع‌آوری اطلاعات و تعیین محدوده کار؛
۵. رسم نمودار تقدم و تأخر فعالیت‌ها و شناسایی عملیات محصول؛
۶. تجزیه و تحلیل فعالیت‌ها به منظور شناسایی عملیات ضروری و غیر ضروری؛
۷. تفحص گروهی پیرامون تصمیم‌گیری در خصوص حذف عملیات غیر ضروری؛
۸. متعادل‌سازی خط مونتاژ با استفاده از تکنیک‌های مطالعه کار و محاسبه معیارهای تصمیم‌گیری؛
۹. مقایسه نتایج حاصله با وضعیت قبلی؛
۱۰. محاسبه میزان صرفه‌جویی حاصل از اجرای روش پیشنهادی؛
۱۱. تدوین گزارش و ارائه به مدیریت سازمان جهت جلب نظر و اخذ تأیید نهایی؛
۱۲. اجرای طرح پیشنهادی؛

۱- به لحاظ حفظ اسرار سازمان از ذکر نام سازمان خودداری گردیده است.

۲- نظرسنج ابزار مکتوبی است که محقق با طرح سؤالاتی درباره مسئله تحقیق و ارائه گزینه‌هایی در قالب یک طیف سعی دارد نوع نگرش و قضاوت فرد و شدت و ضعف آن را نسبت به متغیر یا موضوع یا پدیده‌ای بسنجد (حافظ‌نیا، ۱۳۸۲، ۱۴۶).

۳- از آنجایی که نظرسنج مذکور استاندارد شده است بنابراین نیازی به تعیین روانی و پایایی نمی‌باشد.

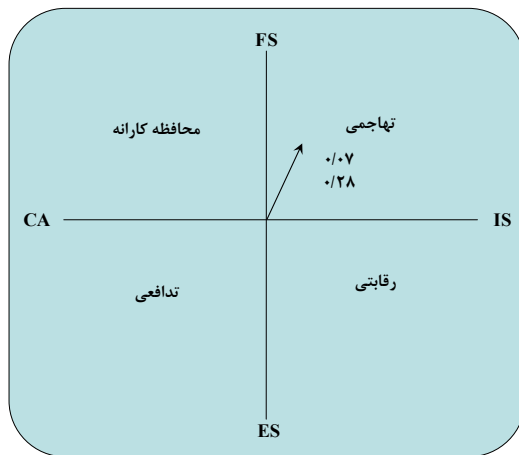
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	مهارت لازم در فناوری
۲	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	استفاده بهینه از منابع
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	تراکم سرمایه
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	سهولت ورود به بازار
۲	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	بهره‌وری، استفاده بهینه از ظرفیت
۲۰		جمع
۲/۵		میانگین امتیاز IS

با توجه به میانگین امتیازات حاصله از جداول فوق، داریم:

$$X = IS + CA = 2/5 + (-2/43) = 0/07$$

$$Y = FS + ES = 2/71 + (-2/43) = 0/28$$

نمودار ۲: ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک



با نگاهی به نمودار (۲) به وضوح ملاحظه می‌شود که سازمان مورد پژوهش در خانه تهاجمی قرار دارد. بنابراین، به منظور پاسخگویی سریع به تقاضای مشتریان، کاهش قیمت تمام شده محصول از طریق تقلیل هزینه‌ها، استفاده از ظرفیت‌های خالی و افزایش تولید در جهت تحقق استراتژیهای رسوخ در بازار و توسعه بازار، بهتر است سازمان مورد مطالعه اقدام به اجرا و پیاده سازی آنالیز ارزش نماید.

۳-۱- شناسایی وضعیت موجود خط مونتاژ

به منظور شناسایی وضعیت موجود، اقدامات زیر صورت گرفته است:

۱-۳-۱- تهیه لیست شرح فعالیت‌ها و وظایف تقسیم شده:

در این گام، مراحل مونتاژ محصول، کد فعالیت، شرح فعالیت، شماره ایستگاه، پیش نیاز هر فعالیت و زمان انجام کار برای هر کدام از عناصر کاری مطابق جدول زیر مشخص گردیده است.

جدول ۱- عوامل توان مالی (FS)

امتیاز	دامنه امتیازات	شرح عوامل
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	بازده سرمایه
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	اهرم مالی
۲	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	قدرت نقدینگی
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	سرمایه در گردش
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	جریانهای نقدی
۲	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	سهولت خروج از بازار
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	خطرهای ناشی از تجارت
۱۹		جمع
۲/۷۱		میانگین امتیاز FS

جدول ۲- عوامل ثبات محیطی (ES)

امتیاز	دامنه امتیازات	شرح عوامل
-۲	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	تغییرات فن‌آوری
-۴	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	نرخ تورم
-۱	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	تغییر در تقاضا
-۲	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	قیمت محصولات شرکت‌های رقیب
-۲	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	موانع ورود به بازار
-۲	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	فشارهای ناشی از رقابت
-۴	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	کشش تقاضا از نظر قیمت
-۱۷		جمع
-۲/۴۳		میانگین امتیاز ES

جدول ۳- عوامل مزیت رقابتی (CA)

امتیاز	دامنه امتیازات	شرح عوامل
-۲	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	سهم بازار
-۳	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	کیفیت محصول
-۲	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	چرخه حیات محصول
-۲	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	وفاداری مشتریان
-۳	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	توان بهره‌برداری از رقابت
-۳	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	دانش فنی
-۲	از ۱- بهترین تا ۶- بدترین	اعمال کنترل بر عرضه‌کنندگان مواد اولیه و توزیع‌کنندگان کالاهای ساخته شده
-۱۷		جمع
-۲/۴۳		میانگین امتیاز CA

جدول ۴- عوامل توان صنعت (IS)

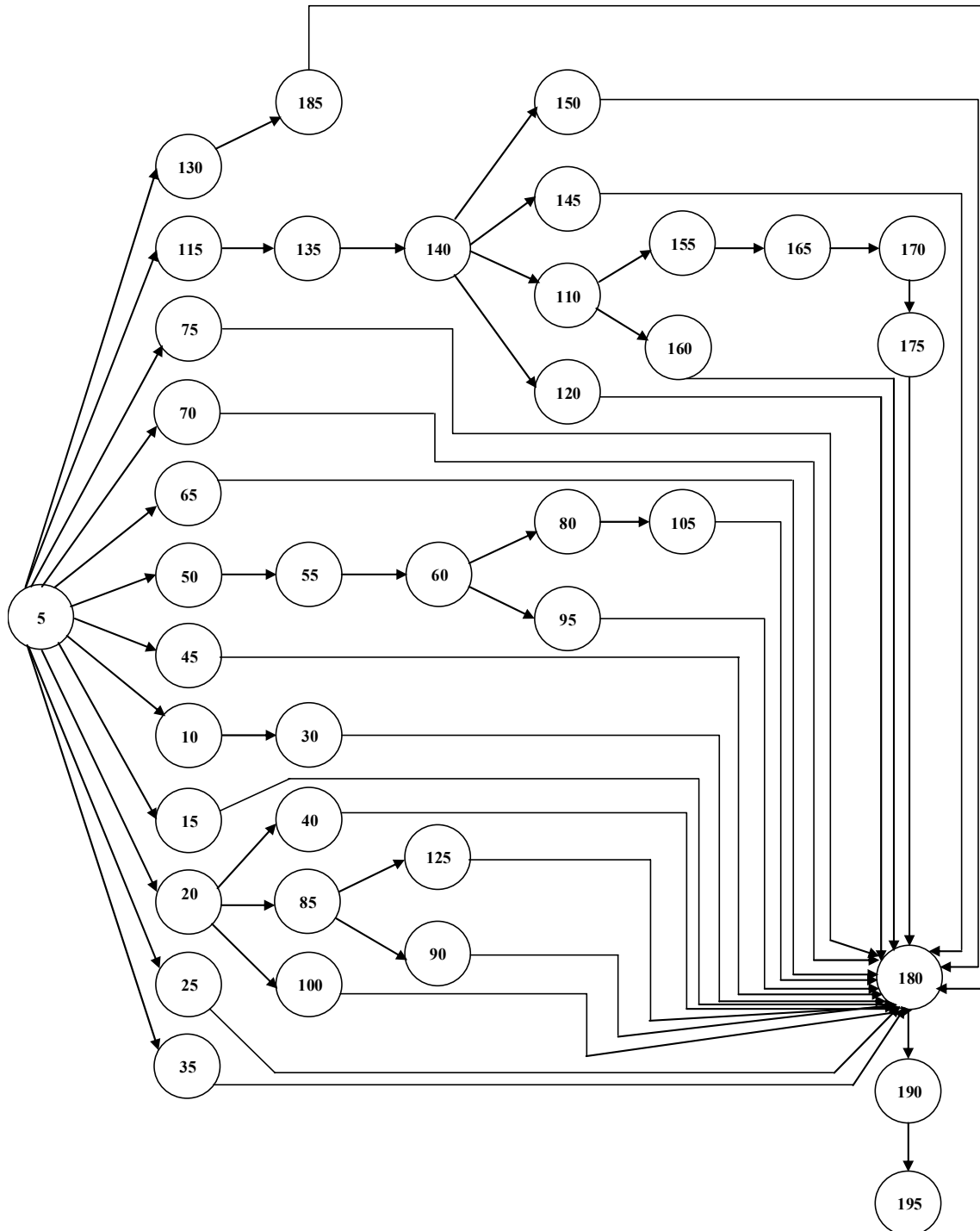
امتیاز	دامنه امتیازات	شرح عوامل
۲	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	توان بالقوه رشد
۲	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	توان سود آوری
۳	از ۱ بدترین تا ۶ بهترین	ثبات مالی

جدول ۵- خلاصه روش مونتاژ خط فینال محصول

ردیف	کد فعالیت	شرح فعالیت	شماره ایستگاه	پیش نیاز	زمان (دقیقه)
۱	۵	انتقال مجموعه شاسی بر روی خط	۱	-	۴/۴۲
۲	۱۰	مونتاژ تریلر کش بر روی محصول	۱	۵	۳/۳۲
۳	۱۵	مونتاژ لوله روغن تریلر و کائوچویی‌های دنده گیر	۱	۵	Oct-۹
۴	۲۰	مونتاژ جعبه گاز بر روی محصول	۱	۵	۳/۸۲
۵	۲۵	مونتاژ دینام	۲	۵	۴/۴۴
۶	۳۰	مونتاژ زنجیرهای مالبند	۱	۱۰	۲/۷۶
۷	۳۵	نصب کنترل بیم به سر فنر اتوماتیک	۲	۵	۱/۱۸
۸	۴۰	مونتاژ میله های گاز	۳	۲۰	۲/۹۳
۹	۴۵	نصب کابل کیلومتر شمار	۲	۵	۱/۷۹
۱۰	۵۰	مونتاژ رادیاتور	۲	۵	۱۵/۳۶
۱۱	۵۵	مونتاژ راپر بر روی محصول	۴	۵۰	۱۲/۲۲
۱۲	۶۰	مونتاژ جا چراغی	۴	۵۵	۲/۵۸
۱۳	۶۵	نصب کابل‌های باطری	۲	۵	May-۴
۱۴	۷۰	مونتاژ باک بر روی محصول	۳	۵	۱۴/۶۳
۱۵	۷۵	نصب کابل موتور	۳	۵	۲/۵۱
۱۶	۸۰	نصب کابل چراغ‌های جلو	۳	۶۰	۳/۲۶
۱۷	۸۵	مونتاژ داشبورد	۲	۲۰	۴/۶۱
۱۸	۹۰	مونتاژ سیم خفه کن	۵	۸۵	۲/۶۹
۱۹	۹۵	نصب کابل عقب محصول	۳	۶۰	۳/۲۶
۲۰	۱۰۰	مونتاژ پائل عقب	۲	۲۰	۲/۷۷
۲۱	۱۰۵	نصب محافظ استارت	۳	۸۰	۵/۵۹
۲۲	۱۱۰	مونتاژ مجموعه هواکش	۷	۱۴۰	۶/۳۷
۲۳	۱۱۵	مونتاژ صندلی	۳	۵	۴/۳۳
۲۴	۱۲۰	بستن قاباق رادیاتور و ریختن مایعات	۶	۱۴۰	۱۴/۷۴
۲۵	۱۲۵	مونتاژ کاور داشبورد	۵	۸۵	۵/۱۳
۲۶	۱۳۰	مونتاژ غربالک فرمان	۳	۵	۲/۱۶
۲۷	۱۳۵	مونتاژ گلگیرها و محافظ راننده	۷	۱۱۵	۱۱/۶۴
۲۸	۱۴۰	نصب مجموعه هود	۷	۱۳۵	۴/۴۸
۲۹	۱۴۵	مونتاژ ساید پانلها	۸	۱۴۰	۴/۸۳
۳۰	۱۵۰	مونتاژ آگزوز	۹	۱۴۰	۱/۲۹
۳۱	۱۵۵	کنترل کارکرد محصول	۹	۱۱۰	۴/۱۴
۳۲	۱۶۰	مونتاژ هواکش موتور	۸	۱۱۰	۱/۸۳
۳۳	۱۶۵	نصب شماره سریال	۹	۱۵۵	۲/۹۸
۳۴	۱۷۰	مونتاژ چرخ‌های جلو	۹	۱۶۵	۴/۵۹
۳۵	۱۷۵	مونتاژ چرخ‌های عقب	۱۰	۱۷۰	۵/۳۳
۳۶	۱۸۰	کنترل کامل محصول	۱۱	۱۷۵	۸/۸۲
۳۷	۱۸۵	کنترل عملکرد فرمان	۱۲	۱۳۰	۴/۶۴
۳۸	۱۹۰	نصب آرمهای محصول	۱۳	۱۸۰	۲/۵۶
۳۹	۱۹۵	حمل محصول به محل تست نهایی	۱۴	۱۹۰	۱/۷۶

۸-۳-۲- تعیین تقدم و تأخر فعالیت‌ها: نمودار تقدم و تأخر فعالیت‌ها رسم گردیده و بر اساس آن پیش‌نیاز فعالیت‌ها مشخص شده است.

نمودار ۳: نمودار تقدم و تأخر فعالیت‌های محصول (مربوط به خط فینال)



۸-۳-۳- شناسایی تعداد ایستگاههای کاری موجود: با بررسی نقاط کاری، تعداد ایستگاههای کاری موجود برابر ۱۴ بوده و نیروی انسانی مشغول به کار در ایستگاههای فوق، ۳۸ نفر می‌باشند. از آنجایی که زمان سیکل تولید (CT) ۱۵/۳۶ دقیقه (بیشترین زمان فعالیت‌ها) است بنابراین، ضریب کارایی ایستگاهها با استفاده از فرمول

$$E_j = \frac{S_j}{CT} \quad , \quad j = 1, 2, \dots, m \quad ()$$

به شرح جدول زیر است:

جدول ۶- زمان، ضریب کارایی ایستگاهها و نیروی انسانی قبل از متعادل سازی

شماره ایستگاه	زمان ایستگاه S_j	ضریب کارایی ایستگاه j	تعداد نیروی انسانی	ضریب کارایی ایستگاه j (به ازاء هر نفر E_j)
۱	۲۳/۴۲	۱/۵۲	۵	۰/۳۰
۲	۳۴/۲	۲/۲۲	۶	۰/۳۷
۳	۳۸/۶۷	۲/۵۲	۶	۰/۴۲
۴	۱۴/۸	۰/۹۶	۴	۰/۲۴
۵	۷/۸۲	۰/۵۱	۴	۰/۱۳
۶	۱۴/۷۴	۰/۹۶	۳	۰/۳۲
۷	۲۲/۴۹	۱/۴۶	۲	۰/۷۳
۸	۶/۶۶	۰/۴۳	۲	۰/۲۲
۹	۱۳	۰/۸۵	۱	۰/۸۵
۱۰	۵/۳۳	۰/۳۵	۱	۰/۳۵
۱۱	۸/۸۲	۰/۵۷	۱	۰/۵۷
۱۲	۴/۶۴	۰/۳۰	۱	۰/۳۰
۱۳	۲/۵۶	۰/۱۷	۱	۰/۱۷
۱۴	۱/۷۶	۰/۱۱	۱	۰/۱۱
جمع	۱۹۸/۹۱	-	۳۸	۵/۰۸

متوسط ضریب کارایی ایستگاهها نیز، از تقسیم مجموع ضریب کارایی ایستگاهها بر تعداد کل ایستگاهها به صورت زیر حاصل می شود:

$$\mu E_j = \frac{\sum_{j=1}^m E_j}{m} = \frac{5/08}{14} = 0/36 \quad (10)$$

در این رابطه μE_j متوسط ضریب کارایی ایستگاهها است.

۸-۳-۴- محاسبه معیارهای SI، WR و BE:

۸-۳-۴-۱- WR، نشان دهنده تعداد متوسط فعالیتها در هر ایستگاه، که به صورت زیر قابل محاسبه است (جولای و دیگران، ۱۳۸۴، ۴).

$$WR = \frac{n}{m} \Rightarrow WR = \frac{39}{14} = 2/79 \quad (11)$$

۸-۳-۴-۲- SI، شاخص همگونی برای فعالیتها در هر ایستگاه می باشد و عبارت است از مجذور مجموع انحرافات زمان فعالیت هر ایستگاه از سیکل تولید است. هر چقدر این شاخص بیشتر باشد میزان توزیع ناهمگون وظایف و فعالیتها در ایستگاهها بالاتر است (همان منبع، ۴). یعنی:

$$SI = \left[\sum_{j=1}^m (CT - S_j)^2 \right]^{1/2} \quad (12)$$

$$SI = \left[(15/36 - 23/42)^2 + (15/36 - 34/2)^2 + \dots + (15/36 - 1/76)^2 \right]^{1/2} \\ = (1760)^{1/2} \approx 42$$

۸-۳-۴-۳- BE، نمایشگر توزیع کارها و فعالیتها در هر ایستگاه همراه با افزایش میزان خروجی می باشد (همان منبع، ۴). بنابراین:

$$S_{av} = \frac{\sum_{j=1}^m S_j}{m} = \frac{23/42 + 34/2 + \dots + 1/76}{14} = 14/2 \quad (13)$$

$$BE = \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^m |S_j - S_{av}|}{m \times S_{av}} \right) \times 100 \quad (14)$$

$$BE = \left(1 - \frac{|23/42 - 14/2| + |34/2 - 14/2| + \dots + |1/76 - 14/2|}{14 \times 14/2} \right) \times 100 = 36/56 \approx 37$$

۸-۴- متعادل سازی خط مونتاژ و محاسبه معیارهای تصمیم گیری

۸-۴-۱- تعیین حداقل تعداد نقاط کاری مورد نیاز: در این مرحله لازم است ابتدا سیکل تولید محاسبه شود. برای تعیین

همان طوری که ملاحظه می‌شود، سازمان در وضعیت فعلی با رعایت برنامه استراتژیک در حدود ۷۰۳۵ دستگاه کسری تولید خواهد داشت (۵۲٪ از کل برنامه)، به عبارتی با ۲۷ دستگاه کسری روزانه مواجه است.

۸-۴-۲- تخصیص فعالیت‌ها به نقاط کاری (متعادل نمودن خط): در این مرحله فعالیت‌ها به ایستگاههای کاری تخصیص داده می‌شود. به همین منظور مجموع زمان فعالیت‌های تخصیص یافته به هر ایستگاه نباید از زمان سیکل تولید تجاوز کند. به علاوه فعالیت‌ها باید تقدم و تأخر منطقی خود را حفظ کنند. جهت تخصیص فعالیت‌ها به ایستگاههای کاری از روش اولویت وزنی که یکی از روشهای مدل هیوریستیک می‌باشد، استفاده شده است (سیدحسینی، ۱۳۷۹، ۳۸۹-۳۸۵).

زمان هفت فعالیت از زمان سیکل تولید محاسبه شده برای تحقق برنامه تولید (۱۳۶۶۰ دستگاه محصول در سال) بیشتر است که این فعالیت‌ها به عنوان گلوگاه سیستم محسوب می‌شوند. به همین منظور قبل از اختصاص فعالیت‌ها به ایستگاههای کاری، بایستی فعالیت‌هایی که زمان آنها بیش از زمان سیکل تولید است با رعایت پیش نیاز فعالیت‌ها و امکان منفک شدن فعالیت‌ها، اقدام به تقسیم فعالیت‌های فوق به فعالیت‌های فرعی دیگر و تعدیل گلوگاه سیستم نمود؛ یعنی زمان گلوگاه سیستم را از زمان تولید واحد محصول کوچکتر نمود. در این ارتباط با بررسی اسناد و مدارک موجود در آرشیو قسمت زمان سنجی و تکنولوژی مونتاژ، فعالیت‌های فوق به تعداد هفده فعالیت مجزا که زمان هر یک از آنها از زمان سیکل تولید کوچکتر است، تقسیم شدند. در مجموع، کل فعالیت‌های مورد مطالعه به ۴۹ عنصر افزایش یافت. نتایج تخصیص مطابق جدول زیر است:

سیکل تولید، زمان خالص کاری روزانه (ساعات کاری روزانه پس از کسر زمان‌های استراحت مجاز) بر تعداد تولید روزانه تقسیم می‌شود. سپس مجموع زمان فعالیت‌ها (مجموع زمان فعالیت‌های لیست شرح عملیات) محاسبه شده و بر سیکل تولید تقسیم می‌گردد؛ حاصل این تقسیم حداقل تعداد ایستگاههای کاری لازم است (متقی، ۱۳۸۳، ۱۵۸-۵۷). یعنی:

$$CT = \frac{Z}{N} \quad (15)$$

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT} = \frac{\sum_{j=1}^m S_j}{CT} \quad (16)$$

برای محاسبه سیکل تولید خط نهایی مونتاژ سازمان مورد مطالعه، با مد نظر قرار دادن مبنای تولید روزانه در سال ۱۳۸۴ بر اساس برنامه استراتژیک تدوینی که معادل ۱۳۶۶۰ دستگاه محصول در سال است و نیز با احتساب روزهای کاری که برابر ۲۶۵ می‌باشد، خواهیم داشت:

$$13660 \div 265 = 51.55 \approx 52$$

زمان خالص کاری روزانه در یک شیفت کاری پس از کسر زمان‌های استراحت مجاز و نیز بیکاری‌های مجاز مدیریتی، ۳۸۰ دقیقه می‌باشد که بدین ترتیب سیکل تولید به شرح زیر خواهد بود:

$$CT = \frac{380}{52} \approx 7.31$$

برای تعیین حداقل تعداد ایستگاهها نیز، ابتدا مجموع زمان فعالیت‌ها را از جدول (۶) بدست آورده و سپس بر سیکل تولید تقسیم می‌کنیم؛ یعنی:

$$L = \frac{198/91}{7/31} = 27/21 \approx 28$$

در وضعیت موجود (قبل از متعادل‌سازی خط مونتاژ) زمان انجام یکی از فعالیت‌ها ۱۵/۳۶ دقیقه می‌باشد (به عبارتی فعالیت فوق گلوگاه سیستم محسوب می‌شود)، بنابراین توان تولید روزانه کارگاه در این حالت به شرح زیر خواهد بود:

$$\frac{380}{15/36} = 24/74 \approx 25$$

با توجه به توان تولید روزانه در شرایط کنونی و ۲۶۵ روز کاری، ظرفیت سالانه برابر است با:

$$25 \times 265 = 6625$$

جدول ۷: تخصیص عناصر کاری به ایستگاهها کاری

ایستگاه	عناصر کاری	وزن مربوطه	زمان هر عنصر کاری	تجمعی	زمان باقی مانده برای تخصیص	زمان بیکاری هر ایستگاه
۱	۵	۱۹۸/۹۱	۴/۴۲	۴,۴۲	۲/۸۹	۰/۷۳
	۱۳۰	۱۹/۹۴	۲/۱۶	۶,۵۸	۰/۷۳	
۲	۱۱۵	۷۹/۶۹	۴/۳۳	۴,۳۳	۲/۹۸	۰/۴۷
	۷۵	۱۵/۶۵	۲/۵۱	۶,۸۴	۰/۴۷	
۳	۱۳۵/۱	۶۹/۳۹	۵/۶۷	۵,۶۷	۱/۶۴	۰/۴۶
	۳۵	۱۴/۳۲	۱/۱۸	۶,۸۵	۰/۴۶	
۴	۵۰/۱	۴۷/۰۶	۷/۰۱	۷,۰۱	۰/۳	۰/۳
۵	۵۰/۲	۴۷/۲۲	۷/۱۷	۷,۱۷	۰/۱۴	۰/۱۴
۶	۵۰/۳	۴۱/۲۳	۱/۱۸	۱,۱۸	۶/۱۳	۰/۵۲
	۲۰	۳۵/۰۹	۳/۸۲	۵	۲/۳۱	
	۴۵	۱۴/۹۳	۱/۷۹	۶,۷۹	۰/۵۲	
۷	۵۵/۱	۳۴/۹۴	۷/۱۱	۷,۱۱	۰/۲	۰/۲
۸	۵۵/۲	۳۲/۹۴	۵/۱۱	۵,۱۱	۲/۱۷	۲/۱۷
۹	۶۰	۲۷/۸۳	۲/۵۸	۲,۵۸	۴/۷۳	۰/۱۲
	۸۵	۲۵/۵۷	۴/۶۱	۷,۱۹	۰/۱۲	
۱۰	۱۳۵/۲	۶۹/۶۹	۵/۹۷	۵,۹۷	۱/۳۴	۱/۳۴
۱۱	۱۴۰	۶۳/۷۲	۴/۴۸	۴,۴۸	۲/۸۳	۰/۰۶
	۱۰۰	۱۵/۹۱	۲/۷۷	۷,۲۵	۰/۰۶	
۱۲	۱۱۰	۳۸/۳۸	۶/۳۷	۶,۳۷	۰/۹۴	۰/۹۴
۱۳	۱۵۵	۳۰/۱۸	۴/۱۴	۴,۱۴	۳/۱۷	۰/۱۹
	۱۶۵	۲۶/۰۴	۲/۹۸	۷,۱۲	۰/۱۹	
۱۴	۱۷۰	۲۳/۰۶	۴/۵۹	۴,۵۹	۲/۷۲	۰/۰۳۱
	۹۰	۱۵/۸۳	۲/۶۹	۷,۲۸	۰/۰۳	
۱۵	۱۲۰/۱	۲۰/۲۹	۷/۱۵	۷,۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶
۱۶	۷۰/۱	۲۰/۰۴	۶/۹	۶/۹	۰/۴۱	۰/۴۱
۱۷	۱۷۵	۱۸/۴۷	۵/۳۳	۵/۳۳	۱/۹۸	۰/۱۵
	۱۶۰	۱۴/۹۷	۱/۸۳	۷/۱۶	۰/۱۵	
۱۸	۱۵/۱	۱۷/۶۹	۴/۵۵	۴/۵۵	۲/۷۶	۱/۴۷
	۱۵۰	۱۷/۴۳	۱/۲۹	۵/۸۴	۱/۴۷	

ایستگاه	عصر کاری	وزن مربوطه	زمان هر عنصر کاری	تجمعی	زمان باقی مانده برای تخصیص	زمان بیکاری هر ایستگاه
۱۹	۸۰	۲۱/۹۹	۳/۲۶	۳/۲۶	۴/۰۵	۰/۷۹
	۹۵	۱۶/۴	۳/۲۶	۶/۵۲	۰/۷۹	
۲۰	۱۸۰/۱	۱۰/۷۲	۶/۴	۶/۴	۰/۹۱	۰/۹۱
۲۱	۷۰/۲	۱۹/۷۵	۶/۶۱	۶/۶۱	۰/۷	۰/۷
۲۲	۱۲۰/۲	۱۹/۵۵	۶/۴۱	۶/۴۱	۰/۹	۰/۹
۲۳	۱۰	۱۹/۲۲	۳/۳۲	۳/۳۲	۳/۹۹	۰/۲۵
	۱۹۰	۴/۳۲	۲/۵۶	۵/۸۸	۱/۴۳	
	۱۲۰/۳	۱۴/۳۲	۱/۱۸	۷/۰۶	۰/۲۵	
۲۴	۱۰۵	۱۸/۷۳	۵/۵۹	۵/۵۹	۱/۷۲	۰/۶
	۷۰/۳	۱۴/۲۶	۱/۱۲	۶/۷۱	۰/۶	
۲۵	۱۲۵	۱۸/۲۷	۵/۱۳	۵/۱۳	۲/۱۸	۰/۴۲
	۱۹۵	۱/۷۶	۱/۷۶	۶/۸۹	۰/۴۲	
۲۶	۱۴۵	۱۷/۹۷	۴/۸۳	۴/۸۳	۲/۴۸	۰/۰۶
	۱۸۰/۲	۶/۷۴	۲/۴۲	۷/۲۵	۰/۰۶	
۲۷	۱۸۵	۱۷/۷۸	۴/۶۴	۴/۶۴	۲/۶۷	۲/۶۷
۲۸	۱۵/۲	۱۷/۶۹	۴/۵۵	۴/۵۵	۲/۷۶	۲/۷۶
۲۹	۲۵	۱۷/۵۸	۴/۴۴	۴/۴۴	۲/۸۷	۰/۱۱
	۳۰	۱۵/۹	۲/۷۶	۷/۲	۰/۱۱	
۳۰	۶۵	۱۷/۱۹	۴/۰۵	۴/۰۵	۳/۲۶	۰/۳۳
	۴۰	۱۶/۰۷	۲/۹۳	۶/۹۸	۰/۳۳	

۸-۴-۳- محاسبه ضریب کارایی ایستگاهها، WR، SI و BE :

۸-۴-۳-۱- ضریب کارایی : ضریب کارایی ایستگاهها طبق فرمول

$$E_j = \frac{S_j}{CT} \quad , \quad j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (17)$$

محاسبه، و در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۸: زمان، ضریب کارایی ایستگاهها و تعداد نیروی انسانی بعد از متعادل سازی

شماره ایستگاه	مجموع زمان ایستگاه (S_j)	تعداد نیروی انسانی	ضریب کارایی ایستگاه (E_j)
۱	۶/۵۸	۱	۰/۹۰
۲	۶/۸۴	۱	۰/۹۴
۳	۶/۸۵	۱	۰/۹۴
۴	۷/۰۱	۱	۰/۹۶
۵	۷/۱۷	۱	۰/۹۸
۶	۶/۷۹	۱	۰/۹۳
۷	۷/۱۱	۱	۰/۹۷
۸	۵/۱۱	۱	۰/۷۰
۹	۷/۱۹	۱	۰/۹۸
۱۰	۵/۹۷	۱	۰/۸۲
۱۱	۷/۲۵	۱	۰/۹۹
۱۲	۶/۳۷	۱	۰/۸۷
۱۳	۷/۱۲	۱	۰/۹۷
۱۴	۷/۲۸	۱	۰/۹۹
۱۵	۷/۱۵	۱	۰/۹۸
۱۶	۶/۹	۱	۰/۹۴
۱۷	۷/۱۶	۱	۰/۹۸
۱۸	۵/۸۴	۱	۰/۸۰
۱۹	۶/۵۲	۱	۰/۸۹
۲۰	۶/۴	۱	۰/۸۸
۲۱	۶/۶۱	۱	۰/۹۰
۲۲	۶/۴۱	۱	۰/۸۸
۲۳	۷/۰۶	۱	۰/۹۷
۲۴	۶/۷۱	۱	۰/۹۲
۲۵	۶/۸۹	۱	۰/۹۴
۲۶	۷/۲۵	۱	۰/۹۹
۲۷	۴/۶۴	۱	۰/۶۳
۲۸	۴/۵۵	۱	۰/۶۲
۲۹	۷/۲	۱	۰/۹۸
۳۰	۶/۹۸	۱	۰/۹۵
جمع	۱۹۸/۹۱	۳۰	۲۷/۱۹

$$Y = P \times Q \times M_1 + (1 - P) \times Q \times M_2 \quad (18)$$

از آنجایی که سود حاصل از فروش محصول در بازار داخلی و بازارهای خارجی به ترتیب برابر ۸۰۰۰۰۰۰ ریال و ۴۸۰۰۰۰۰۰ ریال می‌باشد در نتیجه طبق فرمول فوق میزان صرفه‌جویی ریالی حاصل از افزایش تولید برابر است با:

$$\begin{aligned} Y &= 0.83 \times 7035 \times 8000000 \\ &+ (1 - 0.83) \times 7035 \times 48000000 \\ &= 467124 \times 10^6 + 574056 \times 10^6 \\ &= 104118 \times 10^6 \end{aligned}$$

۲-۹- میزان صرفه‌جویی سالیانه حاصل از کاهش

نیروی انسانی:

همان طوری که در مباحث پیشین اشاره گردید، در شرایط فعلی تعداد نیروی انسانی مشغول به کار در ایستگاههای کاری، برابر ۳۸ نفر می‌باشد. با اجرای روش پیشنهادی، این تعداد به ۳۰ نفر کاهش می‌یابد. به استناد اطلاعات واحد مالی سازمان، هزینه تمام شده ماهیانه هر نفر نیروی انسانی مستقیم تولیدی (اعم از حقوق و دستمزد، پاداش‌های اعطایی و ...) به طور متوسط برابر ۶۰۰۰۰۰۰ ریال است، در نتیجه به منظور محاسبه صرفه‌جویی ریالی حاصل از کاهش نیروی انسانی فرمول (۱۹) پیشنهاد می‌شود:

$$H = F \times T \times E \quad (19)$$

طبق فرمول (۱۹) میزان صرفه‌جویی ریالی حاصل از کاهش نیروی انسانی برابر است با:

$$H = 6000000 \times 12 \times 8 = 576000000$$

۳-۹- کل صرفه‌جویی ریالی حاصل از اجرای روش

پیشنهادی:

در مجموع کل صرفه‌جویی‌های ریالی حاصل از اجرای روش پیشنهادی برابر است با:

$$I = Y + H \quad (20)$$

$\Rightarrow I = 104118 \times 10^6 + 576 \times 10^6 = 104694 \times 10^6$
علاوه بر محاسبات فوق، با توجه به کاهش بازار داخلی و وجود زمینه‌های مساعد در بازارهای خارجی، در حال حاضر به دلیل عدم پاسخگویی به موقع به نیازهای بازار، سازمان سالیانه سود کلانی را از دست می‌دهد که این امر منجر به افزایش میزان تعهدات عقب افتاده سازمان و تحمل جریمه‌های دیرکرد از ناحیه عدم تحویل به

بنابراین متوسط ضریب کارایی ایستگاهها برابر است با:

$$\mu_{E_j} = \frac{\sum_{j=1}^m E_j}{m} = \frac{27/19}{30} = 0.91$$

۸-۴-۳-۲- معیار WR:

$$WR = \frac{n}{m} \Rightarrow WR = \frac{49}{30} = 1.63$$

۸-۴-۳-۳- معیار SI:

$$SI = \left[\sum (cT - S_j)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned} SI &= [(7/31 - 6/58)^2 + (7/31 - 6/84)^2 + \dots + (7/31 - 6/98)^2]^{\frac{1}{2}} \\ &= (29/56)^{\frac{1}{2}} \approx 5/44 \end{aligned}$$

۸-۴-۳-۴- معیار BE:

$$\begin{aligned} S_{av} &= \frac{\sum_{j=1}^m S_j}{m} = \frac{198/91}{30} = 6/63 \\ BE &= \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^m |S_j - S_{av}|}{m \times S_{av}} \right) \times 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BE &= \left(1 - \frac{|6/58 - 6/63| + |6/84 - 6/63| + \dots + |6/98 - 6/63|}{30 \times 6/63} \right) \\ &\times 100 = 92 \end{aligned}$$

۹- محاسبه میزان صرفه‌جویی ریالی حاصل از اجرای

روش پیشنهادی

با اجرای این روش، صرفه‌جویی‌های اقتصادی به شرح زیر

قابل حصول می‌باشد:

۹-۱- میزان سود حاصل از افزایش تولید:

در وضعیت موجود، بیشترین مقدار تولید سالیانه سازمان، برابر ۶۶۲۵ دستگاه است که با اجرای روش پیشنهادی، این مقدار به ۱۳۶۶۰ دستگاه قابل افزایش است. بنابراین، تفاوت حاصل از اجرای روش پیشنهادی، معادل ۷۰۳۵ دستگاه محصول خواهد بود. مطالعات انجام یافته در سازمان در زمینه درصد فروش بازار داخل و خارج نشان می‌دهد که ۸۳٪ محصولات تولیدی در بازار داخل و ۱۷٪ در بازارهای خارجی به فروش می‌رسد. به همین منظور، جهت محاسبه سود ریالی حاصل از افزایش ۷۰۳۵ دستگاه محصول در سال، فرمول (۱۸) پیشنهاد می‌شود:

هدف نهایی این مقاله، کاهش هزینه در فرآیند خط مونتاژ است. از طرفی، طبق فرمول $v = \frac{F}{C}$ ، با ایجاد کاهش در مخرج کسر، ارزش محصول افزایش پیدا می‌کند. همچنین نتایج حاصل نشان می‌دهد که، با توجه به افزایش تولید و پاسخگویی به موقع و سریع به تقاضای مشتریان، علاوه بر کاهش هزینه‌ها ضمن ثابت ماندن میزان رضایت مشتریان یعنی $v = \frac{F \rightarrow}{C \downarrow}$ ، حالت $v = \frac{F \uparrow}{C \downarrow}$ نیز تحقق می‌یابد؛ یعنی با اجرای روش پیشنهادی، هزینه‌ها کاهش و ضمن افزایش تعداد تولید، به دلیل تحویل به موقع محصول، رضایت مشتریان نیز افزایش پیدا می‌کند. بنابراین آنالیز ارزش تکنیکی است که به سازمانها کمک می‌کند که با تقویت گروههای کاری در قالب تیمهای تخصصی، نسبت به بررسی فرآیندها به صورت یک کل نگریسته و با بهره‌گیری از ایده‌های خلاق در جهت بهبود فرآیندها گام بردارند.

موقع محصول به مشتریان می‌شود. از طرفی به دلیل عدم پاسخگویی به موقع به نیاز بازار، ضمن کاهش اعتبار، سازمان سالیانه درآمد هنگفتی را از بابت فروش از دست رفته، از دست می‌دهد. اگر موارد فوق، با اعداد و ارقام به درآمد قابل حصول تبدیل شود، سود کلان دیگری عاید سازمان خواهد شد.

۱۰- نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج مربوط به وضعیت موجود خط مونتاژ قبل و بعد از متعادل‌سازی به شرح جدول زیر است:

جدول ۹: خلاصه نتایج محاسبات قبل و بعد از متعادل‌سازی خط مونتاژ

معیار	قبل از متعادل‌سازی	بعد از متعادل‌سازی
نیروی انسانی	۳۸ نفر	۳۰ نفر
تعداد تولید	۶۶۲۵ دستگاه	۱۳۶۶۰ دستگاه
متوسط ضریب کارایی ایستگاه‌ها	۰/۳۶	۰/۹۱
SI	۴۲	۵/۴۴
BE	۳۷	۹۲
WR	۲/۷۹	۱/۶۳
S_{av}	۱۴/۲	۶/۶۳

منابع و مآخذ

- ۱- الوانی، سید مهدی و نصراله میر شفیعی، «مدیریت تولید»، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۸۳، چاپ هیجدهم، صفحات ۱۵۲ و ۱۵۳.
- ۲- بیگدلی، منوچهر، «متعادل‌سازی خط مونتاژ موتور پژو ۴۰۵»، صنایع، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف، شماره ۴، تابستان ۱۳۷۳، صفحه ۸.
- ۳- حافظ‌نیا، محمدرضا، «مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی»، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، تهران، ۱۳۸۲، چاپ نهم، صفحه ۱۴۶.
- ۴- جولای، فریبرز، مصطفی جهانگشای رضایی و اصغر وظیفه، «کاربرد روش DEA برای تعیین و ارزیابی جواب بهینه مساله بالانس خط تولید»، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، تهران، ۲۰ و ۲۱ آذر ماه سال ۱۳۸۴، صفحه ۴.
- ۵- دیوید، فرد آر، «مدیریت استراتژیک»، ترجمه: علی پارسائیان و سید محمد اعرابی، دفتر پژوهش‌های فرهنگی، تهران، چاپ چهارم، ۱۳۸۲، صفحه ۳۷۵.
- ۶- ذوالقدر، حسین، «مقدمه‌ای بر مهندسی ارزش»، صنایع، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف، شماره ۲۷ و ۲۸، تابستان و پاییز ۱۳۸۰، صفحه ۴۷.
- ۷- سید حسینی، سیدمحمد، «مدیریت کارخانه»، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، تهران، ۱۳۷۹، چاپ پنجم، صفحات ۳۸۵ الی ۳۸۹.
- ۸- عابدزاده، مصطفی، «متعادل‌سازی خط مونتاژ تلفیقی»، روش، مجله روش، شماره ۹۳، تیر ۱۳۸۴، صفحه ۲۳.
- ۹- لاشنیت، ژاک، «آنالیز ارزش»، ترجمه: محمود ایرند آبادی، انتشارات ترمه، تهران، ۱۳۸۱، چاپ اول، صفحه ۱۱.

- ۱۰- لعیا، الفت و سید حسین هاشمی، «طراحی یک مدل کاربردی از مهندسی ارزش به منظور بکارگیری در مدیریت پروژه‌های خدماتی»، مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۲، صفحات ۵۷ و ۵۸.
- ۱۱- مرکز بهره‌وری ژاپن، «بهبود سیستم‌های کنترل»، ترجمه: عبدالنبی نادری، انتشارات بصیر، تهران، ۱۳۷۶، چاپ اول، جلد دوم، صفحه ۱۱۳.
- ۱۲- متقی، هایده، «مدیریت تولید و عملیات»، انتشارات کیومرث، تهران، ۱۳۸۳، چاپ اول، صفحات ۱۵۷ و ۱۵۸.
- 13- Barlow, Christopher, M., "What Is Value Engineering"?, <http://www..stuart.ill.edu/Faculty /barlow/pdfhandouts/ vedesc.pdf>, 8/30/2005.
- 14- Ontario Ministry of Transportation , www.mto.gov.on.ca/english/index.html, 8/30/2005.
- 15- Rand , C., "New Venture Value Search", Value World, Vol.3, May & June 1979, pp. 17-23.
- 16- Rowe, H., R. Mason & K. Dickel, "Strategic Management and Business Policy: A Methodological Approach", Addison - Wesley Publishing CO. Inc., Massachusetts, 1st Edition, PP. 155-156.
- 17- U.S. General Services administration, <http://www.gsa.gov/ portal/ gsa/ep/ channelview. do? Pagetypeid = 8195 & channelpage = %2Fep %2Fchannel%2Fgsaoverview.jsp&channelid=-1383>, 9/25/2005.
- 18- White House Home, <http://www.whitehouse.gov/omb/Circulars/a131/a131.html# 6> ,10/5/2005.
- 19- Washington State Department Of Transportation, www.wsdot.wa.gov.8/30/2005.
- 20- Wikipedia Free Encyclopedia "Value Engineering", <http://en.wikipedia. Org/wiki/value Engineering>, 8/30/2005