

برنامه ریزی سیستم های تولیدی



تألیف:

دکتر میر بهادر قلی آریا نژاد

استاد دانشکده علم و صنعت ایران

پرتال تخصصی مهندسی صنایع 



۳۰۹	۸- ضرایب مشابهت
۳۱۲	۹- تقسیم‌بندی به صورت گراف
۳۱۹	۱۰- تخصیص قطعات به ماشین‌ها
۳۲۱	۱۱- مسئله‌ای اقتصادی- ریاضی برای شکل‌گیری گروه‌ها
۳۲۵	۱۲- خلاصه
۳۲۶	تمرین‌های فصل نهم

۳۳۳	۱۰- سیستم‌های انبار و انبارداری
۳۳۳	۱- مقدمه
۳۳۹	۲- طراحی انبار
۳۴۲	۳- مدل‌های انباشتی
۳۴۴	۴- مکان‌یابی در انبارها
۳۴۴	۱.۴- انبارش اختصاصی (ذخیره‌سازی در مکان‌های اختصاصی)
۳۵۱	۲.۴- انبارش تصادفی (باز)
۳۵۵	۵- گزینش سفارش
۳۵۵	۵.۱- شکل‌دهی به لیست‌های گزینش اقلام
۳۶۳	۶- خلاصه
۳۶۴	تمرین‌های فصل دهم
۳۶۹	منابع بخش دوم
۳۷۱	ضمیمه

بخش اول

مدل‌های بنیادی

۱ کلیات

۱ - مقدمه

هدف برنامه‌ریزی تولید ادغامی استفاده مطلوب از منابع انسانی و تجهیزات است. کلمه ادغامی بدین معنی است که برنامه‌ریزی در یک سطحی ادغام گردد که تمام محصولاتی که از منابع و تجهیزات مشترک استفاده می‌کنند به طور یکجا در نظر گرفته شوند.

به عنوان مثال، ممکن است کارخانه به جای خرید کردن تقاضای فولاد به اجزاء تیرهای فولادی آن‌ها را به صورت تنی از فولاد در نظر بگیرد. بعلاوه ممکن است کارخانه صرف‌نظر از مهارت کارگران، تعداد آن‌ها را به طور یک جا مورد توجه قرار دهد. بنابراین برای استفاده برنامه‌ریزی ادغامی لازم است که محصولات را به صورت خانوادگی در نظر بگیریم و از هر خانواده قائم مقامی به عنوان نماینده آن‌ها معرفی کنیم. ضمناً باید تعداد کارگران مورد نیاز برای تولید یک واحد از این محصول ادغامی را به دست آورد. در اصل یک برنامه‌ای که پاسخگوی تقاضای متغیر دوره به دوره محصولات ادغامی باشد، مورد توجه است. راه حل‌های متفاوت برای برنامه‌ریزی جهت رفع این مشکل موضوع مورد بحث ما در این کتاب می‌باشد.

برنامه‌ریزی تولید ادغامی در واقع فرآیند برنامه‌ریزی و کنترل وجوه مختلف کل فعالیت‌های تولید به منظور برآوردن تقاضای مشتریان کارخانه است. با فرض داشتن پیش‌بینی تقاضا، ظرفیت ماشین‌آلات، سطح موجودی‌ها، سطوح نیروی انسانی، و امکانات قراردادهای جنبی، مدیریت کارخانه باید در مورد سرعت تولید در یک دوره برنامه‌ریزی میان مدت نظیر ۳ تا ۱۸ ماه تصمیم‌گیری کند. مدیریت به هیچ وجه تمام این تصمیم‌گیری را در اول دوره برنامه‌ریزی و یا به عبارت بهتر در زمان بودجه‌بندی کارخانه نمی‌نماید، بلکه در حقیقت مجبور است به طور پیوسته در مقابل تغییراتی که در تقاضا، سطح نیروی انسانی و کارایی ماشین‌آلات و همچنین سایر عوامل غیرقابل پیش‌بینی اتفاق می‌افتد، عکس‌العمل نشان دهد، لذا در این برنامه‌ریزی ارایه یک راه حل قطعی و اجزای بی چون و چرای آن مسلماً غیراقتصادی خواهد بود.

در بسیاری از کارخانجات این عکس‌العمل لزومی ندارد که آنی باشد، زیرا این کارخانجات عموماً دارای موجودی ذخیره و یا قراردادهای جبران کسری با پرداخت جریمه هستند و در نتیجه نوسانات احتمالی در تقاضا را جبران می‌نمایند. این تنها اقدام غیرفعال است که یک مدیر با اتکاء به موجودی ذخیره می‌تواند انتخاب کند. سایر اقداماتی که مدیر می‌تواند اتخاذ کند به شرح زیر است که عموماً منجر به برخوردی جهت اجرای آن خواهد شد:

- ۱- تعدیل سطح نیروی انسانی
- ۲- جلب رضایت مشتری
- ۳- بالا بردن سطح مصرف ظرفیت ماشین‌آلات



۴ - پایین نگهداشتن سطح موجودی

۵ - برقراری ارتباط حسنه در قراردادهای جنبی

مدیر بر روی تعدادی از متغیرها که منجر به تعدیل سطح نیروی انسانی می‌گردد احاطه دارد. تنظیم اوقات اضافه کاری و زمان بیکاری و همچنین تنظیم زمان کار در هفته خود می‌تواند سبب تغییر در سطح تولید جهت مقابله با تغییرات در تقاضا گردد. تغییر سطح موجودی و همچنین میزان درخواست از طریق قرارداد جنبی، پرداخت جریمه حساب شده برای کسری کالای تقاضا شده می‌تواند باعث اجتناب از تغییر در سطح نیروی انسانی گردد.

برنامه‌ریزی تولید ادغامی در واقع یک مسئله بسیار پیچیده‌ایست، زیرا خود درگیر تنظیمات عدیده‌ای در سطح نیروی انسانی و موجودی جهت مقابله با عدم قاطعیت تقاضاهای آینده، عدم کارایی و بهره‌وری سیستم، قانون کار و کاهش نرخ بازگشت سرمایه است. روش‌های مقداری متعددی در تألیفات مدیریت علمی موجود است که می‌تواند برنامه ادغامی کارخانه را محاسبه کند. ولی علیرغم گسترش تکنیک حل مدل‌های کمی پیچیده و بررسی‌های اقتصادی مفید حاصل از نتایج آن‌ها، گزارش کاربرد موفق آن‌ها در عمل بسیار نادر است، و مدیران محدودی یافت شده‌اند که از این مدل‌های پیچیده کمی و راه حل کامپیوتری آن‌ها را جهت تحلیل برنامه‌های تولید ادغامی مصرف کرده باشند. تعدادی از دلایل عدم موفقیت مدل‌های کمی پیچیده برنامه‌ریزی تولید ادغامی به شرح زیر خلاصه می‌گردد:

۱ - هر چند که یک کارخانه برای ارضاء تقاضای میان مدت خود که حدوداً بین ۳ تا ۱۸ ماه است دارای برنامه باشد ولی مدیران در نظر اول غالباً خود را درگیر با ارضاء تقاضاهای کوتاه مدت می‌بینند که عموماً دانسته شده است و یا با خطای بسیار کمی قابل پیش‌بینی است و علاقمند به برنامه‌ریزی میان مدت نیستند. حتی در مواردی که حاضر می‌شوند به برنامه‌ریزی میان مدت بیندیشند، خود را درگیر با توسعه امکانات و بالا بردن ظرفیت ماشین‌آلات می‌بینند که موافقت مدیران سطوح بالاتر را دربر خواهد داشت که خود مشکل بزرگتری است.

۲ - مدیران اعتقادی به پیش‌بینی تقاضا در میان مدت ندارند. لذا غالباً برنامه تولید ادغامی را فقط به عنوان یک راهنمای برنامه دقیق تولید کوتاه مدت می‌شناسند.

۳ - مدیران معتقدند که مدل‌های کمی در مقابل عوامل انسانی ضعف دارند و روابط کارگری به قدری پیچیده و مرکب از پارامترهای کیفی بیشماری است که در غالب مدل‌های کمی نمی‌گنجد.

۴ - به علت کمبود مفروضات و داده‌های مدل‌های کمی (خصوصاً در کشور ما) تنظیم یک برنامه تولید ادغامی توسط مدل‌های پیچیده بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است، به طوری که اغلب مدیران حتی در صورت علاقه و اعتقاد به کاربرد چنین مدل‌هایی در تنظیم برنامه تولید میان مدت کارخانه متأسفانه طول دوره مدیریت خود را تثبیت شده جهت وقوع نتایج حاصل از چنین امور علمی نمی‌بینند.

هر چند که نقاط ضعف فوق در مورد کاربرد مدل‌های کمی بسیار چشمگیر است ولی چون اغلب کارخانجات کشور ما بدون برنامه علمی تنظیم شده مشغول تولید و تدارک مواد اولیه هستند و با راندمان نسبتاً پایینی کار می‌کنند، لذا محیط‌های آن‌ها آمادگی کامل جهت کاربرد مدل‌های کمی ارایه شده در این کتاب حتی مدل‌های بسیار ساده آن را دارند. خوشبختانه پس از شناخت مهندسی صنایع، کارخانجات ما به طور اعم و تدریس درس برنامه‌ریزی تولید در رشته مهندسی صنایع دانشگاه‌ها به طور اخص، کاربرد مدل‌های کمی ساده منجمله مدل‌های برنامه‌ریزی خطی بسیار رایج گردیده است. ما در این کتاب امیدواریم که از مدل‌های ساده مکاشفای شروع کرده و

از مدل‌های ساده تحقیق در عملیات نظیر برنامه‌ریزی خطی و مدل‌های حمل و نقل در تنظیم برنامه تولید ادغامی کارخانجات با مثال‌های کاربردی استفاده کنیم و سرانجام مدل‌های پیشرفته‌تری را برای کارخانجاتی که در حال حاضر از مدل‌های کمی استفاده می‌کنند ارایه دهیم.

۲ - تعریف مدیر و کارگر

مسئله برنامه‌ریزی تولید ادغامی بسیاری از وجوه و مراکز سود دهی کارخانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تصمیمات مدیر تولید ممکن است باب طبع قسمت بازاریابی و همچنین امور مالی کارخانه نباشد. از اینرو، وظیفه اصلی تصمیم‌گیری باید بر عهده مدیر عامل کارخانه باشد که کارش در واقع هدایت امور مختلف، منجمله بازاریابی و تولید و امور مالی است. مدیر عامل نباید درگیر مسائل جزئی باشد بلکه باید مدیر تولید را در زمینه وظایف او از جمله اجراء تعهدات نقل و انتقال کالا و مواد اولیه کارخانه، کنترل هزینه‌های تولید در دامنه بودجه تعیین شده و همچنین نگهداشتن سطح موجودی با یک رویه تثبیت شده هدایت و ارشاد نماید.

در داخل محدوده فوق مدیر تولید مخیر است که به وظایف مربوط به ارایه برنامه تولید ادغامی بپردازد. واضح است که تصمیمات عمده‌ای چون افزایش و یا کاهش ظرفیت تولیدی کارخانه مانند افزایش یک شیفت اضافی، باید با موافقت مدیر عامل باشد. لذا عبارت "مدیر" یا "تصمیم‌گیرنده" در سطح دپارتمان‌های تولیدی کارخانه به مدیر تولید اطلاق می‌گردد. تمام تصمیم‌گیری‌های مربوط به برنامه تولید ادغامی که توسط این مدیر گرفته می‌شود باید با اطلاع و موافقت مدیر عامل باشد که وظیفه نهایی تأسیس فعالیت‌های مختلف کارخانجات را تحت نظارت و هدایت خود به عهده دارد. عبارت "نیروی انسانی"، "کارگر"، "تولید کننده" و به طور کلی "کارکنان" و سایر عباراتی که در رابطه با فعالیت‌های تولیدی باشد به عنوان نیروی انسانی در سر تا سر این کتاب به کار رفته است و واحد آن نیز "تفر-ساعت" است. این عبارت شامل نیروی انسانی مستقیم و همچنین سایر مستخدمین تولید می‌گردد که حتی ممکن است نیروی انسانی غیرمستقیم مورد نیاز جهت تولید کالا باشد ولی کل نیروی انسانی لازم جهت تولید هر واحد محصول به صورت مضربی از نیروی انسانی مستقیم و غیرمستقیم قابل توجیه است.

۳ - اقدامات یک مدیر

در حل مسائل برنامه‌ریزی تولید ادغامی اقدامات مدیر جهت مقابله با نوسانات تقاضا به صورت زیر خلاصه می‌گردد:

۱.۳ - تغییر سطح نیروی انسانی به جای تغییر موجودی.

۲.۳ - متوسل شدن به قرارداد جنبی

۳.۳ - تغییر سطح رضایت مشتری

۴.۳ - اعمال نظر در قیمت و تقسیم‌بندی کالا و خدمات به منظور تغییر در روند تقاضا

۵.۳ - تغییر تکنولوژی در سطح محدود

۶.۳ - کاربرد مدل‌های کمی

ضمناً باید توجه داشته باشیم که هر یک از اقدامات فوق به تنهایی ممکن است پاسخگوی مشکل یک مدیر نباشد و برحسب طبیعت محصول کارخانه، مدیر ممکن است متوسل به ترکیبی از اقدامات فوق گردد. به عنوان

مثال کارخانجاتی را در نظر بگیرید که محصولات عمده به صورت سفارشی تولید می‌کنند و برای محصولات این کارخانجات مشتری‌ها در لیست انتظار باشند. مسلم است که این کارخانجات موجودی عمده ندارند و در نتیجه اقدام کاهش موجودی جهت ارضاء افزایش تقاضاها برای مدیر میسر نخواهد بود. اگر هم مدیران، مشتریان جدید را بیش از حد در لیست انتظار نگهدارند ممکن است بازار رقابت باعث کاهش مشتری در آتیه گردد. لذا در چنین موقعیتی مدیران مجبور خواهند شد که ظرفیت تولیدی خود را با افزایش نیروی انسانی، تغییر تکنولوژی در سطح معقول و حساب شده و یا تنظیم قرارداد جنبی در زمان افزایش بیش از حد تقاضا فزونی بخشند.

حال به توضیح هر یک از اقدامات فوق می‌پردازیم:

۱.۳ - تغییر سطح نیروی انسانی به جای تغییر در موجودی

در مقابله با تغییر سطح سفارشات در طول دوره برنامه‌ریزی، مدیر سه استراتژی خاص زیر را در رابطه با تغییر منابع انسانی در مقابل سفارشات عقب افتاده و یا تغییر منابع انسانی در رابطه با تغییر موجودی به شرح زیر در اختیار دارد:

۱.۱.۳ - استراتژی ارضاء تقاضا

مدیر ممکن است سرعت تولید را با استخدام و اخراج نیروی انسانی جهت برآوردن تقاضا در هر دوره تنظیم کند. این روش "استراتژی ارضاء تقاضا" نام دارد که در آن سعی بر داشتن حداقل سطح موجودی است. اگر چه این سیاست عموماً به خاطر اثر منفی بر روی کارگران عادی سیاست خوبی به حساب نمی‌آید ولی برای کارخانجاتی که به کارگران فصلی دسترسی دارند در زمان حداکثر تقاضا روش معقولی است. در بسیاری از اوقات، گسترش نیروی انسانی متضمن هزینه آموزش و پایین آوردن متوسط بهره‌وری به طور موقت است. بعلاوه تقلیل در سطح نیروی انسانی باعث تضعیف روحیه کارگران باقیمانده می‌گردد. بهره‌وری این کارگران از ترس دچار شدن به سرنوشت کارگران اخراجی روز به روز کاهش پیدا می‌کند، مضافاً بر اینکه ممکن است باعث برخوردی با مدیریت نیز بشود. لذا این عمل باعث افزایش هزینه نیروی انسانی و در نتیجه کاهش سود کلی کارخانه می‌شود. بنابراین کوشش در تطبیق تقاضا با نیروی انسانی و متبسم کردن موجودی باعث کاهش بهره‌وری و افزایش هزینه استخدام و اخراج می‌گردد.

۲.۱.۳ - تثبیت نیروی انسانی، تغییر اوقات کار

مدیر ممکن است سطح نیروی انسانی را ثابت نگهداشته و با کم کردن ساعات کار و یا از طریق اضافه کاری سرعت تولید را آن چنان تغییر دهد که از عهده تقاضاها برآید. نوسانات تقاضا را با کار کردن اضافه کاری در دوره‌هایی که تقاضا حداکثر است و همچنین کم کردن ساعات کار و تعطیلی کارخانه در بعضی از روزها برای دوره‌هایی که تقاضا کم است، می‌توان تعدیل کرد. از تغییر نیروی انسانی زود به زود باید اجتناب شود. این استراتژی ممکن است بهتر از تغییرات پیوسته در سطح نیروی انسانی باشد که باعث تضعیف روحیه کارگران و کاهش بهره‌وری و نیز افزایش هزینه‌های بی‌مورد بر اثر برخوردهای کارگری است ولی همواره چنین سیاستی میسر نیست. به عنوان مثال می‌توان گفت که اگر طول دوره اضافه کاری طولانی گردد بهره‌وری کاهش پیدا نموده و در نتیجه برگشت بازده سرمایه تنزل پیدا خواهد نمود. این اثر را به راحتی در شکل ۱ می‌توانید دریابید. افزایش هزینه کارگری برای یک مقدار محصول

داده شده باعث کاهش سود و در نتیجه نقصان برگشت به سرمایه خواهد شد.

در دوره‌هایی که تقاضا کم است، کارخانه شدیداً مواجه با هزینه‌های مربوط به زمان بیکاری کارگران خواهد بود. کم کردن طول هفته کاری تمام کارگران برای مدیریت ایده‌آل است ولی این سیاست محدودیت زمانی دارد و برای طولی‌المدت قابل اجرا نیست.

۳.۱.۳ - استراتژی تثبیت سرعت تولید

مدیر ممکن است سطح نیروی انسانی و سرعت تولید را ثابت نگهدارد و موجودی را آزاد بگذارد که دارای نوسان باشد. این روش را تثبیت سرعت تولید نامند. روش تثبیت سرعت تولید خاص کارخانجاتی است که محصولات جا افتاده در جامعه دارند و مشتری‌های آن‌ها نیز تقریباً شناخته شده‌اند و در نتیجه مخاطره کهنه شدن کالا و تغییر مدل آن‌ها در بازار بسیار کم است. برای بسیاری از کارخانجات این روش، در دوره‌هایی که تقاضا کم است موجودی زیادی را انباشته خواهد نمود. انباشته شدن موجودی هم منجر به داشتن امکانات نگهداری وسیعتر و همچنین راکد نگهداشتن مبالغ بسیار زیادی از سرمایه است. همانطوری که از شکل ۱ استنباط می‌گردد از دیدگاه موجودی باعث افزایش کل دارایی و در نتیجه کاهش نرخ برگشت سرمایه می‌شود. لذا اگر دوره کسادی بازار برای محصولات این کارخانجات طولانی شود باید در روش تثبیت سرعت تولید تغییر شکل داده شود و یا از آن اجتناب گردد.

برعکس، در دوره رونق بازار تغییرات پی در پی و ممتد در موجودی و سفارشات عقب افتاده، به کارگیری این استراتژی ممکن است سبب افزایش زمان تغییر در سرعت تولید، کم شدن جلب رضایت مشتری، از دست دادن فرصت‌های فروش و همچنین آماده‌سازی جو جهت ورود رقیب جدید گردد. کم شدن فروش هر دو نیمه بالا و پایین شکل ۱ را متأثر می‌سازد. سود عملیات تولید چون به عنوان درصدی از فروش است ممکن است متأثر نشود ولی گردش دارایی حتماً بر اثر کم شدن سود کوچک خواهد شد، زیرا مخرج کسر آن، مقدار ثابت کل دارایی است که مستقل از فروش است و در نتیجه برگشت سرمایه حتماً کاهش پیدا خواهد نمود.

۲.۳ - متوسل شدن به قرارداد جنبی

در دوره‌های رونق بازار مدیر ممکن است به منظور التیام دادن به تب حداکثر تقاضا به قرارداد جنبی متوسل شود و قسمتی از کالاهای نیمه ساخته را از کارخانجات دیگر و یا از بازار آزاد بخرد و از تغییر در سطح نیروی انسانی اجتناب ورزد. این استراتژی از مشکلات مدیر در زمینه تغییر سطح نیروی انسانی و همچنین موجودی می‌کاهد. ولی روش قرارداد جنبی هیچ وقت بدون هزینه‌های مازاد وابسته به خود نیست. از آنجایی که اقلام تهیه شده از طریق قرارداد جنبی گرانتر از ساخت همان اقلام در کارخانه مورد نظر است، لذا سود کمتری نصیب این کارخانه خواهد شد، مگر اینکه از فرصت رونق بازار استفاده کرده و بر قیمت کالای خود بیفزاید. مدیران غالباً کنترل کمتری بر کیفیت کالاهای تهیه شده از این روش و زمان تحویل آن دارند. به همین دلیل، مدیران سعی بر آن دارند که از روش قرارداد جنبی بطور ممتد استفاده نکنند و برحسب مورد و به حکم ضرورت بدان متوسل شوند. وقتی هم به حکم اجبار باید از این روش استفاده کنند، آن‌هایی را انتخاب خواهند نمود که مورد اعتمادشان باشند و از قبل نشان داده باشند که کارشان دقیق و راغب به انجام کار درست از طریق قرارداد جنبی هستند.

پیشرفته‌تری باشد که بدون نیاز به تغییرات شدید در نیروی انسانی تغییرات زیادی را در تولید باعث گردد. از محاسن بارز این اقدام این است که کارخانه هیچ وقت فرسوده و قدیمی باقی نبوده بلکه به صورت گام به گام، مدرن و پیشرفته خواهد شد.

۶.۳- کاربرد مدل‌های کمی

اگر هر یک از اقدامات مشروحه فوق به تنهایی پاسخگوی مشکل یک مدیر باشد، به علت محدود بودن عوامل و پارامترها و اثر متقابل بین آن‌ها مدیر می‌تواند به راحتی از آن‌ها استفاده کند. در فصل دوم کتاب موارد استفاده این روش‌ها را برای مسائل واقعی تحت عنوان "کاربره مدل‌های مکاشفای" مطرح خواهیم کرد. ولی اگر عوامل و پارامترها به قدری زیاد باشند که حساب‌های سرانگشتی پاسخگوی مشکل مدیر نباشد، در آن صورت مدیر مجبور خواهد بود که از مدل‌های کمی برای حل مسائل به طور همزمان استفاده کند.

مدل‌های کمی قابل استفاده در برنامه‌ریزی تولید ادغامی همانا کاربرد مدل‌های تحقیق در عملیات در حل مسائل مدیریت تولید هستند. تحقیق در عملیات خود به عنوان کاربرد روش‌های علمی در حل مسائل تصمیم‌گیری تعریف می‌گردد. عصاره تحقیق در عملیات نیز عبارت از کاربرد مدل‌های ریاضی در توضیح و تشریح مسئله، سپس حل و تجزیه و تحلیل مدل جهت تعیین تصمیم یا رویه بهینه می‌باشد.

مدل‌های کمی برنامه‌ریزی تولید ادغامی غالباً مدل‌های بهینه‌سازی هستند که در آن هدف پیشینه کردن سود عملیات تولیدی و یا کمینه کردن هزینه‌های استخدام، اخراج، تولید و نگهداری و یا کسری کالا و همچنین تهیه کالا به صورت قرارداد جنسی است به طوری که محدودیت‌هایی از قبیل بودجه، برآورده نمودن به موقع تقاضا، ظرفیت ماشین‌آلات و نیروی انسانی و آموزش و غیزه برآورده گردد.

مدل‌بندی ریاضی اجازه خواهد داد که مشکلات و مجهولات مربوط به مسئله تصمیم‌گیری در غالب یک چارچوب ریاضی منطقی ریخته شود به طوری که این مدل قابل حل بوده و بعلاوه هر تغییر در آن قابل اعمال باشد. این قدرت عمل ممکن است به مدیر اجازه دهد که مسئله خود را به صورتی مؤثرتر و کاراتر حل کند. روش‌های حل مسائل مدیریت از طریق مدل‌های کمی نه تنها راه حل بهینه را برای وضعیت فعلی به مدیران نشان خواهد داد بلکه به آنان کمک خواهد نمود که به سؤالاتی از قبیل "چه خواهد شد اگر..." نیز پاسخ گویند و حال آنکه پاسخ این گونه سؤالات از طریق تجربی و عملی ممکن است هزینه‌زا و در بسیاری از موارد نیز غیرممکن باشد.

همان طوری که در مقدمه این فصل در رابطه با نقاط ضعف مدل‌های کمی سخن گفتیم خوشبختانه حل یک مدل کمی برنامه‌ریزی تولید ادغامی وحی منزل نیست بلکه فقط به عنوان یک راه حل آغازی برای مسائل مدیریت تلقی می‌شود و در نتیجه تلفیق این حل با سیاست‌های مدیریت و همچنین تجربه و ابتکار عمل مدیر متجرب به تصمیم نهایی خواهد شد.

مطالب فصول ۳ و ۴ و ۵ این کتاب در رابطه با کاربرد مدل‌های کمی در برنامه‌ریزی تولید ادغامی است که از ساده‌ترین مدل‌ها، یعنی برنامه‌ریزی خطی شروع شده و در نهایت به مدل‌های پیشرفته چون برنامه‌ریزی سلسله مراتبی ختم می‌شود.

هزینه‌ها

قبل از اینکه یک برنامه تولید ادغامی ریخته شود، هزینه‌های مربوط به تولید باید محاسبه گردند. این هزینه‌ها عموماً عبارتند از:

۱- هزینه نگهداری کالا از یک دوره به دوره دیگر

۲- هزینه تغییر سرعت تولید که شامل هزینه‌های استخدام، اخراج نیروی انسانی و همچنین هزینه‌های اضافه کاری می‌شود.

۳- و بالاخره هزینه‌های قرارداد جنسی در صورت وجود.

بیشتر اوقات این هزینه‌ها به طور دقیق و نقطه‌ای قابل محاسبه نبوده بلکه باید تخمین زده شوند. ابتدا هزینه نگهداری را مورد توجه قرار دهید. سهم عمده این هزینه مربوط به سرمایه راکدی است که معادل قیمت این موجودی است. باید یک نرخ برگشت برای این سرمایه در نظر گرفته شود که اگر پول آن صرف کار تولیدی دیگری می‌شد وجه برگشتی داشت. سهم عمده دیگر هزینه نگهداری مربوط به هزینه تملک است. این هزینه شامل مالیات، بیمه، کهنه و از مد افتاده (در صورت مصداق)، فاسد شدن، دستبردهای جزئی، ثبت اسناد و مدارک و نیز هزینه‌های نیروی انسانی آن است. نوع دیگری از هزینه نگهداری مربوط به هزینه امکانات و تجهیزات نگهداری کالا است. این بخش از هزینه ممکن است خود شامل مالیات دارایی، بیمه، استهلاک، اجاره، تعمیر و نگهداری و هزینه‌های پرسنلی باشد.

هزینه‌های استخدام یک کارگر جدید نیز ممکن است به شرح زیر باشد:

- هزینه معاینات پزشکی، عکسبرداری و آزمایشگاه

- هزینه‌های آشنایی با محیط کار (معادل نصف روز)

- هزینه‌های تهیه وسایل ایمنی کارگر جدید.

- هزینه غیر بهره‌ور بودن دوره آموزش (۲ تا ۴ روز)

- هزینه غیر بهره‌ور بودن تعلیم دهندگان

- هزینه انجام امور اداری

هزینه‌های اخراج مانند هزینه‌های فوق پیچیده نیست. این هزینه شامل هزینه باز خرید کارگران و همچنین اثرات روانی آن بر روی کارگران اخراجی است که در روزهای آخر اخراج دل به کار نمی‌دهند و غیربهره‌ور کار می‌کنند. همچنین اثر روانی آن بر روی سایر کارگران که می‌ترسند به سرنوشت کارگران اخراجی دچار گردند.

این هزینه‌ها با برنامه‌های تولید آلترناتیو تغییر می‌کنند و به عنوان هزینه‌های مازاد تلقی می‌گردند. هزینه‌های مربوط به تولید که با برنامه‌های تولیدی آلترناتیو تغییر نمی‌کنند مربوط به تصمیم‌گیری در نیروی انسانی نیستند. مدیران غالباً این هزینه‌های مازاد را برای تغییر سطح فعالیت‌ها از سطح فعلی‌شان تخمین می‌زنند و در نتیجه موجودی‌های قبلی کالای ساخته شده را تنظیم می‌نمایند به طوری که برنامه تولید و موجودی آن‌ها با مینیمم هزینه مازاد طرح‌ریزی گردد. در عمل بعضی از هزینه‌ها با تغییرات جزئی در سطح موجودی و تغییر در سرعت تولید ممکن است تغییر محسوسی نکنند ولی برای موارد دیگر ممکن است این تغییرات محسوس باشد. لذا تخمین هزینه‌های مازاد در مدیریت تولید خود معمای دیگری است.

۴ - نمایش برنامه‌ریزی تولید ادغامی

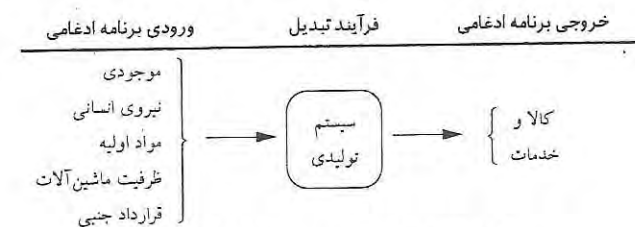
مشکل‌ترین مسئله برنامه‌ریزی تولید ادغامی تشکیل چارچوب تحلیلی آلترناتیوهای برنامه ادغامی است. مدیریت به طور اعم و مدیریت تولید به طور اخص، برآنند که از امکانات فعلی کارخانه جهت برطرف نمودن تقاضاهای پیش‌بینی شده حداکثر استفاده را بنمایند. به همین منظور مدیریت ممکن است یک روش اقتصادی جهت آرایه آلترناتیوهای تولید و نگهداری برحسب امکانات تولید با توجه به هزینه‌ها انتخاب کند.

شکل ۲ نمایشگر یک سیستم عملیاتی است که مواد اولیه، نیروی انسانی و سایر منابع موجود در یک سازمان را به منظور اخذ کالا یا خدمات بخصوصی با یکدیگر بطور توأم بکار می‌گیرد. یک واحد از فعالیت که بین تمام کالا یا خدمات مشترک است و از سیستم جریان می‌یابد باید به عنوان پایه انتخاب، به منابع مولد اختصاص داده شود. این واحد ممکن است معیار فیزیکی اندازه‌گیری کالا و یا خدمات (مانند کیلوگرم، لیتر یا قطعه) باشد و یا ورودی مولد (مانند ماشین - ساعت، نفر - ساعت و یا معادل آن و نیز مواد خام) باشد.

برازندگی برنامه تولید و موجودی می‌تواند از نقطه نظرهای زیر مورد نظر باشد (الف): قدرت تدارک کالا و خدمات خواسته شده (ب): حد بیشینه کردن سود یا کمینه کردن هزینه‌ها و در نتیجه اثرات آن‌ها بر روی ترازنامه. بیشتر اوقات این دو معیار موفقیت، مدیر را از دو جنبه مخالف تحت فشار قرار می‌دهند. به عنوان مثال داشتن موجودی، کارخانه را از نظر نیروی انسانی در وضعیت تعادلی قرار می‌دهد به طوری که از ظرفیت‌ها به طور منطقی استفاده می‌کنند و نیز سرویس قابل قبولی نیز به مشتریان کارخانه می‌دهد. ولی این جلب رضایت مشتری مسئله خواباندن بسیاری از سرمایه کارخانه به صورت موجودی است. از این رو مدیریت مجبور است که یک تعادلی بین میزان قابل دسترس بودن موجودی و نیز هزینه نگهداری آن در طول دوره برنامه‌ریزی بوجود آورد.

سطح نیروی انسانی نیز باید طرح‌ریزی و کنترل گردد و براساس سطح فعالیت و هزینه‌های انتظاری، سطح نیروی انسانی در طول دوره برنامه‌ریزی پیش‌بینی می‌گردد. آن سطح نیروی انسانی، ابتدا انتخاب شده و آموزش داده می‌شود که کالا و سرویس خوبی آرایه داده شود. اگر مدیر سطح تقاضا را در آینده تشخیص نداده باشد چگونه خواهد دانست که چه تعدادی از کارگران باید بیکار شوند و یا این که باید طول هفته کاری کوتاه‌تر گردد؟ گرچه هم از نظر روانی و هم از نظر بهره‌وری و هم از نظر قانون کار همه خوشحال خواهند بود که کارخانه دارای یک سیاست پایدار نیروی انسانی و استخدامی باشد، ولی هیچ کارخانه‌ای نخواهد توانست که یک دوره طولانی بیکاری کارگران را بر اثر کمبود تقاضا تحمل کند.

ما امیدواریم که در فصول بعدی این کتاب نحوه مقابله با مشکلات فوق را به صورت تئوری و عملی روشن سازیم.



شکل ۲ - نمایش یک سیستم تولید ادغامی

۲ - برنامه‌ریزی تخصصی مندی صنایع

کاربرد مدل‌های مکاشفه‌ای

۱ - مقدمه

در فصل قبل با مسائل برنامه‌ریزی تولید ادغامی در حالت کلی آشنا شدیم و در آنجا دریافتیم که مدیر برای آرایه یک برنامه تولیدی میان مدت ۳ تا ۱۸ ماهه با چه مشکلات عدیده‌ای مواجه است. برای یک تقاضای پیش‌بینی شده و ظرفیت ماشین‌آلات داده شده، مدیریت باید بتواند سطح نیروی انسانی و موجودی و میزان قرارداد جنبی هر دوره را مشخص سازد. حال اگر بهره‌گیری بهینه از امکانات فعلی کارخانه جهت برطرف نمودن تقاضای پیش‌بینی شده مد نظر نباشد، مدیریت می‌تواند از یک روش اقتصادی سرانگشتی جهت حل مسئله برنامه‌ریزی تولید ادغامی خود استفاده کند. ما نیز در این فصل می‌خواهیم چندین روش مکاشفه‌ای (راه حل منطقی غیر بهینه) را برای برنامه‌ریزی تولید ادغامی در حالت کلی و نیز کاربرد آن‌ها را در دو کارخانه مختلف عرضه داریم. ولی قبل از شروع بررسی این موارد خاص ترجیح می‌دهیم که با تعاریف کلی زیر که در حقیقت پایه و اساس درک مفاهیم برنامه‌ریزی تولید ادغامی را تشکیل می‌دهد، آشنا شویم.

۲ - تعاریف نوع تولید

انواع خطوط تولید را می‌توان در چهار دسته عمده زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱ - فرآیند تولید پیوسته: نمونه این دسته تولید صنایعی هستند که محصول را به طور پیوسته تولید می‌کنند. ماشین‌ها طوری طراحی شده‌اند که فقط یک یا تعداد خیلی محصول مشابه تولید می‌کنند و تغییر خط تولید هم بسیار گران بوده و به ندرت صورت می‌پذیرد. صنایعی که دارای تولید پیوسته هستند عبارتند از: کاغذسازی، سیمان، ورقه‌های فولادی و آلومینیومی و صنایع شیمیایی.

۲ - تولید انبوه قطعات متفک: (۱) تولید عظیمی که در طول یک دوره طولانی انجام پذیرد به نام تولید انبوه معروف است. یک سری از ماشین ابزارهای مخصوص به نام خطوط انتقال، به تولید انبوه اختصاص داده شده‌اند که قابلیت انعطاف بسیار کمی دارند. نمونه‌های بارز این گروه، کارخانه‌های اتومبیل‌سازی و یخچال‌سازی است.

۳ - تولید دسته‌ای: (۲) در این روش ادوات تولید غالباً برای تولید محصولات مختلف ساخته شده‌اند، ولی ماشین باید برای تولید هر محصول جدید تنظیم و آماده گردد. هزینه تغییر ماشین و آماده‌سازی آن در مقابل هزینه نگهداری، قابل ملاحظه است و در نتیجه تعادل (بالانس) این دو هزینه خود احتیاج به تکنیک‌های خاصی دارد که در این کتاب عرضه خواهیم داشت.

۴- تولید کارگاهی^(۱): یک کارگاه تولیدی دارای ماشین ابزارهای متعددی است که در آن محصولات متنوعی (اغلب صدها و حتی هزارها) به طرق مختلف جهت کار بر روی یک ماشین و یا بیشتر به توالی درآمده‌اند. تعداد محصولات معمولاً کم هستند. کارگاه ماشین ابزار و نمونه کارهایی که به عنوان الگو ساخته می‌شوند خود نمونه‌ای از محصولات متعددی است که به صورت کارگاهی تولید می‌گردند.

۳- فرهنگ لغات برنامه‌ریزی تولید ادغامی

برای درک و به کارگیری تکنیک‌های برنامه‌ریزی تولید ادغامی، خواننده باید ابتدا با فرهنگ لغات مورد استفاده در برنامه‌ریزی ادغامی آشنا شود. در این قسمت جملاتی تعریف می‌شود و به خواننده اخطار می‌شود که تمام این جملات را به طور کامل بفهمد. ممکن است یک فرد قسمت‌های بعدی را بخواند و مکانیک روش‌ها را دریابد ولی کل مفاهیم را در نیابد، درک مفاهیم مهمتر از مکانیک روش‌ها است. یک فرد باید قادر باشد علاوه بر دریافت مطالب، نحوه کاربرد روش‌ها را نیز تعبیر کند. درک فرآیند برنامه‌ریزی تولید ادغامی و فرهنگ لغات آن قلب این آموزش را تشکیل می‌دهد.

دوره برنامه‌ریزی تولید: بخشی از زمان است که سازمان می‌خواهد برنامه تولیدی، شامل آن شود. این مدت ممکن است یک ماه، یا یک هفته یا هر بخشی از زمان باشد. طول این فاصله زمانی بستگی به قدرت پیش‌بینی دقیق بازار و سرعتی که سازمان می‌تواند طی آن خود را برای انطباق با تغییرات بازار آماده کند. اگر پیش‌بینی دقیق تقاضا در کوتاه مدت مشکل باشد، مدت طولانی‌تر توصیه می‌شود. علاوه بر متناسب با افزایش مدت انجام یک فرآیند تولید خاص، دوره تولید نیز باید طولانی‌تر بشود. معمولاً، سازمانی که از برنامه‌ریزی ادغامی استفاده می‌کند دارای حسابداری و یا سایر فعالیت‌های داخلی است که خود در حال حاضر دوره برنامه‌ریزی را تثبیت کرده است.

اتفاق برنامه‌ریزی تولید: تعداد دوره‌های آینده که باید در برنامه‌ریزی مورد توجه قرار گیرند. با توجه به بازار، اتفاق برنامه‌ریزی نمی‌تواند از تعداد دوره‌هایی که برای تقاضای آن بتوان پیش‌بینی منطقی به دست آورد طولانی‌تر باشد. در مواردی که پیش‌بینی زمانی دور در آینده به راحتی و به دقت میسر است، اتفاق برنامه‌ریزی باید زمانی را در آینده که از نظر اقتصادی بیشتر به صرفه است شامل گردد.

واحد محصول ادغامی: به واحد تولیدی که توسط برنامه، در دوره برنامه‌ریزی آینده مورد نظر است، اطلاق می‌گردد. این واحد ممکن است لیتر، متر مربع، تن، و یا تعداد محصول باشد. بیشتر سازمان‌ها مدل‌های مختلفی از یک محصول تولید می‌کنند. به عنوان مثال کارخانه تولید کننده کفش ممکن است کفش‌های متنوعی تولید کند. در اینجا پیش‌بینی تقاضا باید براساس مدل کفش و یا گروهی از کفش‌ها باشد که بازار مشابه دارند. این محصولات متنوع و تقاضای پیش‌بینی شده آن‌ها باید در قالب یک نماینده محصول از آن‌ها ادغام شود. علاوه بر تبدیل زمان استاندارد تولید هر محصول به زمان استاندارد محصول ادغامی و یا محصول نماینده هم باید صورت پذیرد.

تجهیزات تولید ادغامی: تجهیزاتی که تحت پوشش یک برنامه تولید ادغامی قرار می‌گیرند. بسیاری از کارخانجات در یک مکان بیشتر از یک فعالیت تولیدی دارند. هر یک از این فعالیت‌های مستقل می‌توانند بطور مجزا در نظر

گرفته شوند. علاوه بر امکان تولیدی هم افراد مختلفی را که غالباً غیرقابل جابجایی هستند می‌طلبند. لذا مهارت‌های مشترک باید به عنوان کل نیروی انسانی در یکدیگر ادغام گردند.

برنامه ادغامی: برنامه تعیین کننده سطح نیروی انسانی و سطح تولید در تجهیزات تولیدی ادغام شده است. این برنامه معمولاً در طول دوره‌های آینده به طور دوره‌ای مشخص می‌شود. هدف این برنامه حداقل کردن کل هزینه تأمین تقاضای کالا و خدمات است. این برنامه اقلام هزینه مختلفی را که ذیل آن مورد بحث قرار خواهند گرفت در نظر می‌گیرد.

تجزیه: فعالیت تبدیل سطح تولید طرح‌ریزی شده به اجزاء مشتکله آن است. به عنوان مثال اگر برنامه ادغامی تعیین نماید که ۵۰۰ عدد از محصول ادغامی باید تولید شود، برنامه تجزیه ممکن است مشخص سازد که ۱۰۰ عدد از محصول A، ۲۵۰ عدد محصول B و ۱۵۰ عدد از محصول C باید تولید شود.

برنامه زمان‌بندی اصلی: برنامه حاصل از تجزیه برنامه تولید ادغامی است. این برنامه لیست مدل‌ها و تعداد آن‌ها را که باید در دوره بعد تولید شود، معلوم می‌سازد.

هزینه نیروی انسانی: هزینه متوسط استفاده یک کارگر تولیدی یک دوره در وقت عادی است. این هزینه باید شامل تمام مزدها، سودها و سایر اقلامی باشد که مستقیماً با تعداد کارگران تولیدی تغییر می‌کند. کارگران تولیدی آن دسته از افرادی هستند که استخدام آن‌ها با سطح تولید نرمال، بالا و پایین آن تغییر می‌کند. بنابراین افراد پشتیبانی تولید مثل الکتریسیته که مشخصاً با سطح تولید تغییر نمی‌کنند نباید در هزینه نیروی انسانی به حساب آیند.

هزینه تولید: اجزاء غیر نیروی کاری وابسته به هر واحد محصول ادغامی است. این هزینه شامل هزینه مواد اولیه، انبارداری محصول نیمه ساخته، فاسد شدن و از دست رفتن می‌شود. این هزینه ارزش انتظاری تغییر در هزینه کل است. اگر با فرض ثابت بودن تمام عوامل یک عدد محصول کمتر و یا بیشتر تولید کنیم در بعضی از مدل‌های برنامه‌ریزی ادغامی هزینه نیروی انسانی هم در این هزینه مستتر است که در آن صورت مقایسه هزینه اوقات معمولی و اوقات اضافه کاری به راحتی قابل مقایسه خواهد بود.

هزینه نگهداری: از دست دادن فرصت استفاده از قیمت کالای انبار شده علاوه بر هزینه فضایی که کالای ساخته شده در آن انبار می‌شود. گاهی اوقات هزینه بیمه، از مد افتادن هم در این هزینه به حساب می‌آوردند.

هزینه استخدام: هزینه انتظاری افزایش سطح نیروی انسانی به تعداد یک نفر است. این هزینه شامل هزینه امور اداری، آموزش، عدم کارایی در روزهای اولیه بعد از آموزش می‌شود.

هزینه اخراج: هزینه انتظاری کاهش سطح نیروی انسانی به تعداد یک نفر است. این هزینه شامل هزینه امور اداری، هزینه بازخرید، حتی اثر بد بر روی روحیه سایر کارگران می‌شود.

هزینه کسری: زیان انتظاری حاصل از عدم تأمین تقاضا است. اگر مشتری صرفاً تا زمان تحویل کالا صبر کند، این هزینه ممکن است ناچیز باشد، ولی اگر مشتری به جای دیگر برود این هزینه زیاد خواهد بود. زیان حاصل از عدم رضایت مشتری و تأثیر آن در فروش آینده هم باید در نظر گرفته شود.

هزینه اضافه کاری: هزینه تولید یک واحد محصول در وقت اضافی است. هزینه نیروی انسانی فرق می‌کند ولی هزینه مواد تغییر نمی‌کند. همانند هزینه تولید، این رقم گاهی اوقات ممکن است شامل هزینه نیروی انسانی و مواد (یا بسیاری اوقات فقط هزینه نیروی انسانی) باشد.

۳ روز در ماه می‌توانند اضافه کاری داشته باشند و از قرارداد جنبی در صورتی می‌توانند استفاده کنند که تقاضا را از طریق کار در اوقات معمولی و اضافه کاری نتوانند برآورده سازند.

سایر اطلاعات این کارخانه به شرح زیر است:

۱ - هزینه‌های نیروی انسانی، مواد اولیه و هزینه ثابت سرشکن شده برای هر نفر - ساعت ۳۰ واحد پول قراردادی^(۱) است. نیروی انسانی مستقیم و مواد اولیه ۲۰ درصد این هزینه را تشکیل می‌دهد.

۲ - هزینه نگهداری برای یکسال ۱۸ درصد قیمت موجودی نگهداری شده است.

۳ - حداکثر ظرفیت ساعات اوقات معمولی ماشین‌آلات ۳۷۸۰ نفر - ساعت در روز است که معادل کارکرد حداکثر ۵۴۰ کارگر با ۷ ساعت کار در روز است.

۴ - در حال حاضر کارخانه ۴۳۵ کارگر دارد.

۵ - هزینه استخدام هر کارگر ۵۰۰ واحد پول قراردادی است که شامل هزینه غیربهره‌ور بودن شروع بکار کارگر نیز هست. هزینه اخراج هر کارگر ۴۰۰ واحد پول قراردادی است.

۶ - هزینه اضافی ساعات اضافه کاری ۵۰ درصد هزینه نیروی انسانی و مواد اولیه است و هزینه مازاد قرارداد جنبی ۴ واحد پول قراردادی برای هر نفر - ساعت است.

۷ - موجودی فعلی در سطح ماکزیمم تعیین شده در بودجه است.

۸ - جریمه کسری هر واحد کالا ۱/۵ واحد پول قراردادی در هر دوره است.

ابتدا در این فصل می‌خواهیم این مسئله را با چند روش مکاشفه‌ای (ابتکاری) به شرح زیر حل کنیم:

روش اول - روش تثبیت سرعت تولید

قدم ۱

به منظور به دست آوردن سطح نیروی انسانی مورد نیاز هر یک از دوره‌های باقیمانده که کل تقاضا در سال را تولید نماید، کل نفر - ساعت مورد نیاز را بر حاصلضرب کل تعداد روزهای کاری در تعداد ساعت کار هر کارگر روز تقسیم می‌کنیم:

$$\text{کارگر} = \frac{\text{نفر - ساعت} (۸۰۱۰۰۰)}{\text{روز} / \text{ساعت} (۷) \times \text{روز کاری} (۲۳۹)} = ۴۷۹$$

تعداد کارگران در حال حاضر ۴۳۵ نفر است، پس در ماه اول ۴۴ کارگر اضافی مورد نیاز خواهد بود. از آنجایی که هر ماه فقط ۳۰ نفر کارگر می‌توانیم استخدام کنیم، پس ۳۰ نفر کارگر در مهرماه اضافه شده یعنی ۴۶۵ کارگر در مهرماه خواهیم داشت.

۱. واحد پول قراردادی - برای اینکه تورم پولی مسئله را از تازگی نیندازد، اجازه بدهید واحدی به نام واحد پول قراردادی مصطلح کنیم که با ضرب کردن یک عدد قراردادی در این اعداد مقادیر پولی به مقدار قابل قبول در روز تبدیل گردد.

هزینه کم کاری: هزینه مربوط به پرداخت نیروی انسانی و تجهیزات در زمان کارکرد سیستم تولیدی زیر ۱۰۰ درصد ظرفیت کارکنان آن است.

هزینه قرارداد جنبی: هزینه تهیه هر واحد محصول است، اگر تولید آن در خارج از کارخانه صورت پذیرد. این هزینه باید شامل هزینه اختلاف در کیفیت محصول و اعتماد به آن و همچنین به انجام رسانیدن و کنترل قرارداد جنبی هم بشود.

۴ - بررسی مورد خاص اول (کارخانه پارچه بافی)

یک کارخانه پارچه بافی دچار مشکل ارایه برنامه تولید ادغامی شده است. برنامه تولیدی این دوره مهمتر از گذشته است، زیرا محصولاتی نظیر محصولات این کارخانه نیز به بازار عرضه شده است و این کارخانه به علت قیمت بالای آن مشتریانش کم شده‌اند. در گذشته این کارخانه موجودی به صورت فصلی نگهداری می‌کرد و در نتیجه کارگران با تجربه دارای وضعیت پایداری بودند و از نظر قانون کار هم دچار مشکل نبود. امور مالی این کارخانه اعلام کرده است که هرگونه سرمایه‌گذاری موجودی، بیشتر از یک سطح معین تعیین شده توسط بودجه، دارای هزینه‌ای معادل ۱۸ درصد سرمایه را کد برای موجودی در سال است. جدول ۱ شامل پیش‌بینی تقاضا برحسب نفر - ساعت برای یک دوره ۱۲ ماهه از مهر ماه تا شهریور آینده است. این مفروضات با استفاده از اطلاعات گذشته در کارخانه به دست آمده است.

محدودیت‌های متعدد موجود است که مسئله برنامه‌ریزی تولید ادغامی این کارخانه را مشکل می‌سازد. به علت محدودیت آموزش حداکثر ۳۰ نفر در هر دوره می‌توان استفاده نمود. مدیریت عالی دستور داده است که حداکثر

جدول ۱ - پیش‌بینی تقاضا کارخانه پارچه‌بافی

دوره	ماه	روزهای کاری	تقاضا (نفر - ساعت)
۱	مهر	۱۹	۵۲۰۰۰
۲	آبان	۲۴	۴۵۰۰۰
۳	آذر	۱۸	۵۸۰۰۰
۴	دی	۲۲	۶۲۰۰۰
۵	بهمن	۱۸	۶۹۰۰۰
۶	اسفند	۲۰	۶۷۰۰۰
۷	فروردین	۲۵	۹۰۰۰۰
۸	اردیبهشت	۱۹	۷۵۰۰۰
۹	خرداد	۲۰	۷۹۰۰۰
۱۰	نیر	۱۹	۷۵۰۰۰
۱۱	مرداد	۱۵	۵۵۰۰۰
۱۲	شهریور	۲۰	۷۴۰۰۰
جمع			۸۰۱۰۰۰

قدم ۲

تعداد کارگران مورد نیاز جهت برآوردن تقاضای دوره‌های باقیمانده یعنی از آبان ماه تا پایان شهریور به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{کارگر} = \frac{(\text{روز } ۱۹) (\text{روز} / \text{ساعت } ۷) (\text{کارگر } ۴۶۵) - (\text{نفر} - \text{ساعت}) ۸۰۱۰۰۰}{(\text{روز} / \text{ساعت } ۷) (\text{روز } ۱۹ - ۲۳۹)}$$

پس در آبان ماه باید ۴۸۰ نفر کارگر داشته باشیم، یعنی ۱۵ نفر باید استخدام کنیم.

قدم ۳

به منظور محاسبه هزینه موجودی کل باید سطح موجودی در هر ماه را محاسبه کنیم. در مهر ماه هزینه موجودی اضافی بصورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\times [\text{نفر} - \text{ساعت تقاضا } ۵۲۰۰۰ - (\text{روز } ۱۹) (\text{روز} / \text{ساعت } ۷) (\text{کارگر } ۴۶۵)]$$

واحد پول قراردادی = ۲۹۵۳۵۰ (ساعت / ارزش موجودی ۳۰ واحد پول قراردادی)

جدول ۲ شامل نتایج مربوط به محاسبه هزینه موجودی ۱۲ ماهه در روش سرعت تولید ثابت است.

جدول ۲ - محاسبه هزینه موجودی روش تثبیت سرعت تولید

ماه	تعداد کارگران مورد نیاز	سرمایه راکد برای موجودی (واحد پول قراردادی)
۱	۴۶۵	۲۹۵۳۵۰
۲	۴۸۰	۱۳۶۴۵۵۰
۳	۴۸۰	۱۴۳۸۹۵۰
۴	۴۸۰	۱۷۱۶۵۵۰
۵	۴۸۰	۱۵۴۰۹۵۰
۶	۴۸۰	۱۵۴۶۹۵۰
۷	۴۸۰	۱۳۶۶۹۵۰
۸	۴۸۰	۱۰۳۲۱۵۰
۹	۴۸۰	۶۷۸۱۵۰
۱۰	۴۸۰	۳۴۳۳۵۰
۱۱	۴۸۰	۲۰۵۳۵۰
۱۲	۴۸۰	۱۳۵۰

میانگین ماهیانه سرمایه راکد برای موجودی

۹۶۷۵۵۰ واحد پول قراردادی

قدم ۴

کل هزینه کارخانه پارچه‌بافی شامل هزینه استخدام ۴۵ نفر کارگر و هزینه سرمایه راکد در رابطه با موجودی است. این هزینه‌ها به صورت زیر محاسبه می‌گردند:

$$\text{واحد پول قراردادی } ۲۲۵۰۰ = (\text{کارگر} / ۵۰۰ \text{ واحد پول قراردادی}) (\text{کارگر } ۴۵) = \text{هزینه استخدام}$$

چون هزینه نگهداری برابر با ۱۸ درصد سرمایه راکد جهت موجودی است پس:

$$\text{واحد پول قراردادی } ۱۷۴۱۵۹ = ۹۶۷۵۵۰ \times ۰,۱۸ = \text{هزینه کل نگهداری}$$

لذا هزینه کل برنامه تولید ادغامی در روش تثبیت سرعت تولید برابر مجموع دو هزینه نگهداری و استخدام یعنی ۱۹۶۶۵۹ واحد پول قراردادی خواهد بود:

$$\text{واحد پول قراردادی } ۱۹۶۶۵۹ = ۱۷۴۱۵۹ + ۲۲۵۰۰ = \text{کل هزینه روش تثبیت سرعت تولید}$$

روش دوم - روش برآورده نمودن تقاضا

قدم ۱

این روش سطح نیروی انسانی را طوری تنظیم می‌کند که سطح موجودی انباشته شده حداقل باشد. تعداد کارگران مورد نیاز در مهر ماه به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{کارگر } ۳۹۱ = \frac{۵۲۰۰۰ (\text{ساعت})}{(\text{روز } ۱۹) (\text{روز} / \text{ساعت } ۷)}$$

پس سطح نیروی انسانی در مهر ماه باید به تعداد ۴۴ کارگر کاهش یابد. به همین ترتیب تعداد کارگران مورد نیاز در آبان ماه ۲۶۸ و در آذر ماه ۴۶۰ نفر است. چون که فقط ۳۰ نفر در یک ماه می‌توان استفاده نمود، پس کسری کالا در آذرماه را ابتدا باید از طریق اضافه کاری و سپس به کمک قرارداد جتبی جبران کنیم. جدول ۳ - الف تمام کارگران مورد نیاز دوره برنامه‌ریزی ۱۲ ماهه را نشان می‌دهد.

قدم ۲

هزینه‌های مربوط به این طرح شامل هزینه‌های استخدام، اخراج، هزینه اضافی اضافه کاری و همچنین قرارداد جتبی است. نحوه محاسبه هزینه‌های استخدام و اخراج شبیه طرح تثبیت سرعت تولید است. هزینه کل اضافه کاری برابر با حاصلضرب کل نفر - ساعات اضافه کاری در طول دوره برنامه‌ریزی در ۳ واحد پول قراردادی هزینه اضافی کاری هر ساعت است. پس هزینه اضافه کاری آذرماه به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{واحد پول قراردادی } ۱۸۷۷۴ = (\text{کارگر } ۲۸۹) (\text{روز} / \text{ساعت } ۷) (\text{ماه} / \text{روز } ۳) (\text{هر نفر} - \text{ساعت} / ۳ \text{ واحد پول قراردادی})$$

جدول ۳-ب - محاسبه هزینه در روش ارضاء تقاضا

نوع هزینه‌ها:	هزینه (واحد پول قراردادی)
هزینه‌های استخدام:	
کارگر/ ۵۰۰ واحد پول قراردادی × ۲۶۱ کارگر	۱۳۰۵۰۰
هزینه‌های اخراج:	
کارگر/ ۴۰۰ واحد پول قراردادی × ۱۶۷ کارگر	۶۶۸۰۰
هزینه‌های اضافی کاری:	
دوره‌های ۳ تا ۹	
× نفر - ساعت / ۳ واحد پول قراردادی × روز/ ساعت × ۷ ماه / روز ۳	
(۲۹۸ + ۳۲۸ + ۳۵۸ + ۳۸۸ + ۴۱۸ + ۴۴۸ + ۴۷۸)	
واحد پول قراردادی ۱۷۱۱۰۸ =	
دوره ۱۰	
۵۰۸ × نفر - ساعت / ۳ واحد پول قراردادی × روز/ ساعت × ۷ ماه / روز ۲	
= ۲۱۳۶۶	۱۹۲۴۴۴
هزینه‌های قرارداد جنبی:	
ساعت/ ۴ واحد پول قراردادی × ساعت ۵۶۰۳۴	۲۲۴۱۳۶
جمع کل	۶۱۳۸۸۰

روش سوم - روش ترسیمی

اگر تعداد دوره‌های برنامه‌ریزی کم باشد، این روش در مورد تعیین روند تغییر هزینه بسیار آموزنده است چون نتایج به راحتی قابل ملاحظه است و در نتیجه ایده بسیار خوبی برای استفاده از روش بعدی یعنی سعی و خطا خواهد بود.

قدم ۱

محور افقی را برای نشان دادن دوره‌های برنامه‌ریزی و محور عمودی را برای نشان دادن تقاضای تجمعی و یا تولید تجمعی تقسیم‌بندی کنید.

قدم ۲

تقاضای تجمعی را رسم کنید. تقاضای تجمعی کارخانه پارچه‌بافی با مربع‌های کوچک (□) در شکل ۱ - الف نشان داده شده است.

قدم ۳

اگر محدودیت در تولید و یا تهیه کالا و مواد باشد، ظرفیت تجمعی را رسم کنید، واضح است که هر منحنی زیرمنحنی ظرفیت یک برنامه‌تولیدی قابل قبول است.

مابقی تقاضا در آخر ماه (۱۴۱۵۴ نفر - ساعت) از طریق قرارداد جنبی با هزینه زیر جبران می‌گردد:

واحد پول قراردادی ۵۶۶۱۶ = (نفر - ساعت / ۴ واحد پول قراردادی) (نفر - ساعت ۱۴۱۵۴)

هزینه کل طرح ارضاء تقاضا در دوره برنامه‌ریزی ۱۲ ماهه برابر ۶۱۳۸۸۰ واحد پول قراردادی است که جزئیات آن در جدول ۳-ب نشان داده شده است.

جدول ۳-الف - محاسبه نفر - ساعت در روش برآورده نمودن تقاضا

قرارداد جنبی	محاسبه اضافه کاری ماهیانه							۸-ب	۹
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷		
ساعات قرارداد جنبی مورد نیاز در ماه	کارگران مورد نیاز	کارگران مورد نیاز اوقات معمولی	تغییر سطح نیروی انسانی	ساعات کار مورد نیاز در روز	وقت معمولی موجود در روز	ساعات کاری اضافه کاری مورد نیاز در ماه	تعداد روزهای اضافه کاری هر کارگر در ماه	ساعات اضافه کاری در روز	ساعات قرارداد جنبی
۱	۲۹۱	۳۹۱	-۴۴	۲۷۳۷	۲۷۳۷	۱۸۷۸	۳۰	۳۴۷,۶	۱۴۱۵۴
۲	۲۶۸	۲۶۸	-۱۲۳	۱۸۷۸	۱۸۷۸	۲۰۴۱۲	۳۰	۲۱۴,۱	۴۶۶۲
۳	۴۶۰	۲۹۸	+۳۰	۳۲۲۰	۲۰۸۶	۱۱۵۵۰	۳۰	۴۱۷,۷	۱۶۲۹۶
۴	۴۰۳	۳۲۸	+۳۰	۲۸۲۱	۲۲۹۶	۲۳۸۱۴	۳۰	۴۰۷,۴	۴۵۹۲
۵	۵۴۷	۳۵۸	+۳۰	۳۸۲۹	۲۵۰۶	۱۲۷۴۰	۳۰	۳۵۱,۱	۷۹۷۲
۶	۴۷۹	۳۸۸	+۳۰	۳۳۵۳	۲۷۱۶	۱۶۷۵۰	۳۰	۴۹۵,۲	۶۰۲۰
۷	۵۱۴	۴۱۸	+۳۰	۳۵۹۶	۲۹۲۶	۱۲۰۴۰	۳۰	۵۰۱,۹	۲۰۰۲
۸	۵۶۴	۴۴۸	+۳۰	۳۹۴۸	۳۱۳۶	۷۴۴۸	۲,۱	۳۷۴,۳	۳۳۶
۹	۵۶۴	۴۷۸	+۳۰	۳۹۴۸	۳۳۴۶	۰	۰	۰	۰
۱۰	۵۶۴	۵۰۸	+۳۰	۳۹۴۸	۳۵۵۶	۰	۰	۰	۰
۱۱	۵۲۴	۵۲۴	+۱۶	۳۶۶۸	۳۶۶۸	۰	۰	۰	۰
۱۲	۵۲۹	۵۲۹	+۵	۳۷۰۳	۳۷۰۳	۰	۰	۰	۰
									۵۶۰۳۴

روابط زیر را از دست راست به چپ بخوانید.

ستون ۱ = تقاضا بر حسب نفر - ساعت ÷ ۷ ساعت / روز / کارگر ÷ روز / ماه

ستون ۴ = ستون ۱ × ۷ ساعت / روز

ستون ۵ = ستون ۷ × ۲ ساعت / روز

ستون ۶ = (ستون ۴ - ستون ۵) × روزهای کاری ماه

ستون ۷ = ستون ۶ ÷ (ستون ۷ × ۲ ساعت / روز)

ستون ۸ - الف = حداکثر ۳ روز برای هر کارگر در ماه

ستون ۸ - ب = (ستون ۸ الف × ستون ۷ × ۲ ساعت / روز) ÷ روزهای کاری ماه

ستون ۹ = ستون ۶ - (ستون ۸ × تعداد کارگر × ۷ ساعت / روز)

جدول ۴- یک برنامه تولید قابل قبول (روش ترسیمی و میانگین متحرک ۱۱ دوره)

تولید تجمعی	تولید در هر پریود	ساعات قرارداد جنسی مورد نیاز در ماه	ساعات اضافه کاری در روز	تعداد روزهای اضافه کاری هر کارگر در ماه	اضافه کاری هر کارگر در ماه	ساعات کار اضافه کاری مورد نیاز در ماه	وقت معمول موجود در روز	ساعات کار مورد نیاز در روز	تغییر سطح نیروی انسانی	کارگران مورد نیاز اوقات معمول	تعداد کارگران مورد نیاز	دوره
TP	PIPP	MARI	EXTDI	EXTDW	EXTDW	EXTWI	THI	TD	NI	WIT	WI	I
۱	۶۶۰۹۰	۱۰۰۱	۱۷۱/۳	۱	۱۷۱/۳	۴۲۵۶	۲۲۵۵	۲۴۷۹	۳۰	۴۶۵	۴۹۷	۱
۲	۱۳۲۱۸۱	۱۸۰۹۰	.	.	.	.	۲۸۳۵	۲۸۳۵	-۶۰	۴۰۵	۴۰۵	۲
۳	۲۰۲۹۰۹	۲۸۷۲۷	۴۷۲۵	۵۰۷/۵	۴۵۳	۱۳۸۶۰	۳۸۱۵	۳۰۴۵	۳۰	۴۳۵	۵۴۵	۳
۴	۲۷۰۴۵۴	۳۷۵۴۵	.	.	.	.	۴۰۷۳	۳۰۷۳	۴	۴۳۹	۴۳۹	۴
۵	۳۳۷۱۳۶	۴۷۱۸۱	۱۴۹۸	۳۶۶/۷	۲	۲۰۶۴	۴۲۸۲	۳۷۳۱	۳۰	۴۶۹	۵۳۳	۵
۶	۴۰۴۱۸۱	۵۶۴۵	.	.	.	.	۳۳۲۵	۳۳۲۵	۶	۴۷۵	۴۷۵	۶
۷	۴۷۰۹۰۹	۶۶۷۲۷	.	.	.	.	۲۶۶۷	۲۶۶۷	-۹۴	۳۸۱	۳۸۱	۷
۸	۵۳۵۵۴۳	۷۶۹۳۶	۱۳۴۴	۴۵۴/۲	۳	۱۹۷۵	۲۸۷۷	۲۴۰۲	۳۰	۴۱۱	۴۸۶	۸
۹	۶۰۱۵۴۵	۸۷۰۰۰	۱۱۱۳	۵۵۴/۳	۱	۲۲۰۰	۳۰۸۷	۲۲۹۷	۳۰	۴۴۱	۴۷۱	۹
۱۰	۶۶۷۱۸۱	۹۷۶۳۶	۳۰۵۹	.	.	۳۰۵۹	۳۲۹۷	۳۴۵۸	۳۰	۴۷۱	۴۹۴	۱۰
۱۱	۷۳۳۱۸۱	۱۰۸۰۰۰	۴۱۱۹	۷۰۱/۴	۳	۳۲۴۰	۳۵۷	۳۴۴۰	۳/۸	۴۷۱	۴۹۴	۱۱
۱۲	۸۰۱۰۰۰	۱۱۸۱۸	.	.	.	.	۳۳۸۸	۳۳۸۸	-۱۷	۴۸۴	۴۸۴	۱۲

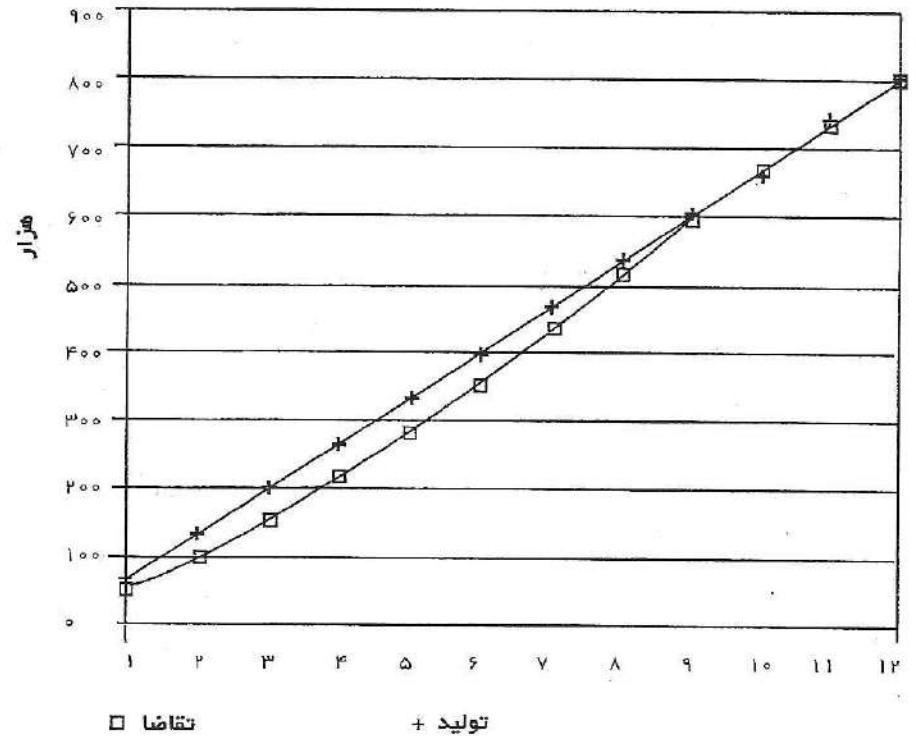
TSR = ۱۳۳۰۰۹/۱ TCE = ۱۸۴۰۰ TCEXT = ۱۲۳۵۸
 TCS = ۱۱۰۰۰۰ TCMAR = ۱۲۲۳۶ TOTAL COST = ۴۹۷,۶۳۰/۱

روش چهارم - روش میانگین متحرک

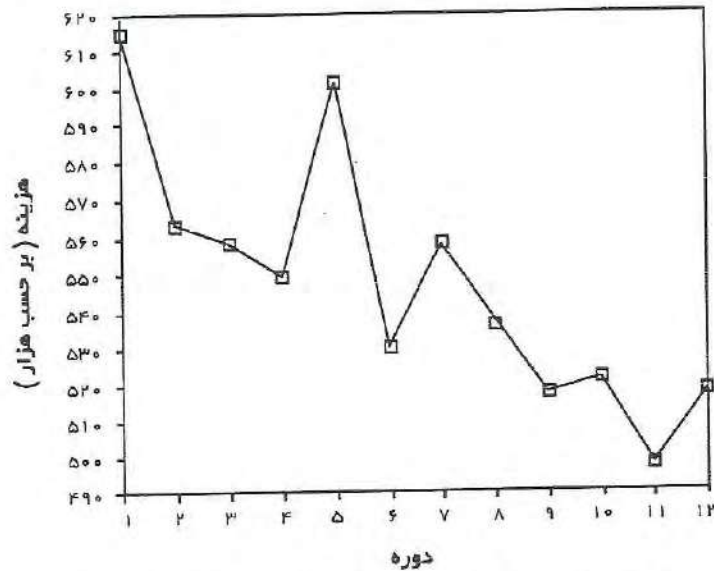
در روش ترسیمی دیدیم که هر منحنی زیر منحنی ظرفیت یک برنامه تولید قابل قبول را عرضه می‌دارد. ولی واضح است که تعداد این منحنی‌ها بی‌نهایت است. لذا برای اینکه یک راه حل اصولی جهت انتخاب یک منحنی قابل قبول داشته باشیم از روش میانگین متحرک استفاده می‌کنیم. در روش میانگین متحرک همان طوری که از نامش پیداست میانگین تقاضای چند دوره آینده را که تعداد آن هم در اختیار خودمان است، محاسبه نموده و آن را به عنوان برنامه تولیدی دوره آینده انتخاب می‌کند و این عمل را برای دوره‌های بعد ادامه می‌دهد، ولی تعداد دوره‌های آینده مورد نظر را عوض نمی‌کند. برای استفاده از این روش اطلاعات زیر مورد نیاز است:

- تعداد دوره برنامه‌ریزی.
- تعداد روزهای کاری هر دوره.
- تقاضای هر دوره.
- هزینه‌های استخدام، اخراج، اضافه کاری و قرارداد جنسی.

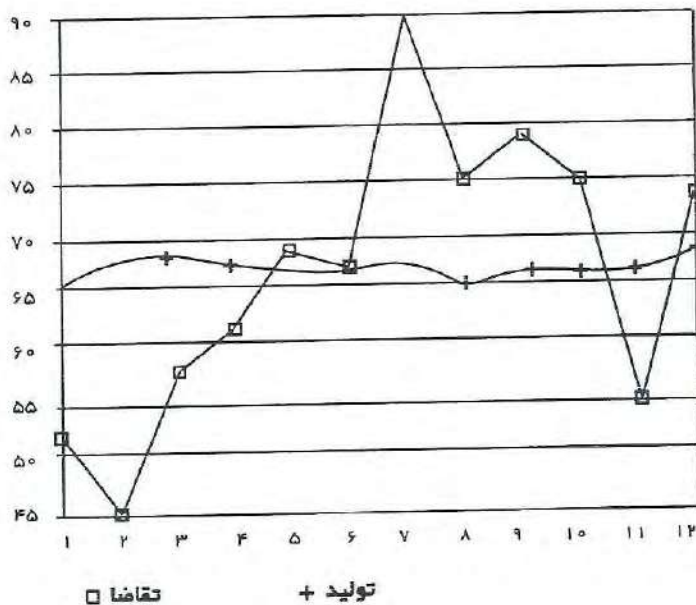
در مسئله برنامه‌ریزی تولید کارخانه پارچه‌بافی چون هیچ گونه محدودیتی در تهیه کالا از طریق قرارداد جنسی نیست، لذا هر منحنی در صفحه شکل ۱ - الف می‌تواند خود به عنوان یک برنامه تولیدی ممکن تلقی گردد. ولی اگر منحنی تولید تجمعی در بالای منحنی تقاضای تجمعی قرار گیرد باعث پرداخت هزینه نگهداری، و هر منحنی تولید تجمعی در زیر منحنی تقاضای تجمعی قرار گیرد باعث پرداخت جریمه کسری کالا می‌گردد. واضح است که هر چه سطح واقع شده بین دو منحنی بیشتر باشد هزینه برنامه تولیدی داده شده بیشتر خواهد بود. یک نمونه از جواب قابل قبول با هزینه کل ۴۹۷۶۳۰ واحد پول قراردادی با علامت (+) در شکل ۱ - الف نشان داده شده است. جدول ۴ جزئیات مربوط به این برنامه تولیدی را ارائه می‌دهد. کوشش در کم کردن سطح واقع شده بین دو منحنی تقاضای تجمعی و برنامه تولیدی در فوق منجر به زرش سعی و خطا خواهد شد که در همین قسمت مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.



شکل ۱ - الف - روش ترسیمی



شکل ۲- مقایسه هزینه کل روش میانگین متحرک برای دوره‌های متحرک



شکل ۳- نمایش نوسانات تقاضا (□) و برنامه تولیدی میانگین متحرک (+)

- تعداد کارگران در ابتدای دوره برنامه‌ریزی.

- حداکثر تعداد کارگران که در هر دوره می‌توان استفاده نمود.

سپس میانگین متحرک تقاضا برای چند دوره قابل محاسبه است.

از این روش برای به دست آوردن یک برنامه قابل قبول جهت حل مسئله کارخانه پارچه‌بافی استفاده کردیم. در این برنامه طول دوره میانگین متحرک را از ۱ تا ۱۲ به کامپیوتر دادیم که هزینه کل آن‌ها را در شکل ۲ نشان داده‌ایم. چنانکه در این شکل ملاحظه می‌شود میانگین متحرک با طول دوره میانگین ۱۱ دوره دارای کمترین هزینه است. جزئیات این برنامه در جدول ۴ آمده است. شکل ۳ نوسانات تقاضا را با علامت مربع کوچک (□) و روند برنامه به دست آمده از طریق میانگین متحرک را با علامت بعلاوه کوچک (+) نشان می‌دهد.

روش پنجم - روش آزمایش و خطا

با مقایسه کل هزینه در روش‌های تثبیت سرعت تولید، ارضاء تقاضا، روش ترسیمی و میانگین متحرک فوراً درخواستیم یافت که کل هزینه در روش تثبیت سرعت تولید به مراتب کمتر از کل هزینه در روش‌های دیگر است. بنابراین باید انتظار داشته باشیم که حل بهینه مسئله با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی (فصل بعد) می‌تواند به روش تثبیت سرعت تولید نزدیکتر باشد. این نتیجه‌گیری می‌تواند منبث از منطق زیر باشد که از مقایسه هزینه‌های اضافه‌اضافه‌کاری و قرارداد جنبی و هزینه‌های استخدامی و اخراج به دست آمده است:

۱- هزینه نگهداری هر واحد پول در ماه ۱٫۵ درصد (۱۲ / ۰٫۱۸) است و حال آنکه هزینه متغیر تولید برای هر نفر - ساعت ۳۰ واحد پول قراردادی است. لذا هزینه نگهداری ماهیانه هر واحد کالا ۰٫۴۵ واحد پول قراردادی است، یعنی (۱۲) / (۰٫۱۸ × ۳۰). هزینه اضافی هر ساعت اضافه‌کاری ۳ واحد پول قراردادی است. بنابراین اگر هر واحد کالا ۶٫۶۷ ماه (۳ ÷ ۰٫۴۵) نگهداری شود بهتر است تا اینکه این واحد کالا از طریق اضافه‌کاری تولید گردد.

۲- هزینه اضافی تهیه هر واحد کالا از طریق قرارداد جنبی ۴ واحد پول قراردادی است و حال آنکه تولید این واحد از طریق اضافه‌کاری ۳ واحد پول قراردادی است. پس تولید در وقت اضافی کارخانه بر قرارداد جنبی ارجحیت دارد.

۳- با مقایسه هزینه نگهداری ماهیانه ۰٫۴۵ واحد پول قراردادی برای هر واحد کالا در مقابل ۵۰۰ واحد پول قراردادی برای استخدام و ۴۰۰ واحد پول قراردادی برای اخراج هر کارگر فوراً متوجه خواهیم شد که در این برنامه، نگهداری کالا بر تغییر سطح نیروی انسانی به مراتب ارجحیت دارد.

بنابراین انتظار خواهیم داشت روش آزمایش و خطایی که از منطق سه گانه فوق استفاده کرده و از روش ترسیمی آن‌چنان استفاده کند که سطح بین دو منحنی تقاضای تجمعی و برنامه پیشنهادی را تا حد قابل قبول کوچک کند ما را به راه حل‌های قابل قبول‌تر از روش‌های قبلی هدایت خواهد کرد. جدول ۵ شامل دو حل (الف) و (ب) است که از روش آزمایش و خطا و منطق فوق به دست آمده‌اند. در حل (الف) محدودیت ۲ و یا حداکثر ۳ تغییر در سطح نیروی انسانی قائل شده‌ایم و حال آنکه در حل (ب) چنین محدودیتی را در نظر نگرفته‌ایم. در جدول (۵) کل هزینه‌های مربوط به این دو روش نشان داده شده است.

جدول ۵ الف - دو حل برای کارخانه پارچه بافی از طریق آزمایش و خطا

ماه	حل - الف		حل - ب	
	نیروی انسانی	سرمایه راکد موجودی	نیروی انسانی	سرمایه راکد موجودی
۱	۴۳۵	۱۷۵۶۵۰	۴۲۱	۱۱۹۷۹۰
۲	۴۳۵	۱۰۱۸۰۵۰	۴۲۱	۸۹۱۶۳۰
۳	۴۳۵	۹۲۲۳۵۰	۴۲۱	۷۴۳۰۱۰
۴	۴۳۵	۱۰۷۲۰۵۰	۴۲۱	۸۲۸۰۳۰
۵	۴۳۵	۶۴۶۳۵۰	۴۵۱	۴۶۲۸۱۰
۶	۴۶۵	۵۸۹۳۵۰	۴۸۱	۴۷۳۰۱۰
۷	۴۹۵	۴۸۸۱۰۰	۵۱۱	۴۵۵۷۶۰
۸	۵۲۵	۳۳۲۸۵۰	۵۲۸	۳۱۲۴۸۰
۹	۵۲۵	۱۶۷۸۵۰	۵۲۸	۱۶۰۱۸۰
۱۰	۵۲۵	۱۲۶۰۰	۵۲۸	۱۶۸۰۰
۱۱	۵۲۵	۱۶۳۵۰	۵۲۸	۴۰۰۰۰
۱۲	۵۲۵	۱۳۵۰	۵۲۸	۲۷۶۰۰
		متوسط سرمایه راکد موجودی ماهیانه	واحد پول قراردادی	۳۷۶۷۶۰
		۴۵۳۵۷۵	واحد پول قراردادی	۴۵۳۵۷۵

جدول ۵ ب - هزینه‌های مربوط در روش‌های آزمایش و خطا

حل - الف	واحد پول قراردادی
هزینه‌های استخدام:	
(کارگر / ۵۰۰ واحد پول قراردادی) (۹۰ کارگر)	۴۵۰۰۰
هزینه موجودی	
(۰/۱۸) (۴۵۳۵۷۵ واحد پول قراردادی)	۸۱۶۴۴
جمع کل هزینه حل - الف	۱۲۶۶۴۴
حل - ب	واحد پول قراردادی
هزینه اخراج	
(کارگر / ۴۰۰ واحد پول قراردادی) (۱۴ کارگر)	۵۶۰۰
هزینه استخدام	
(کارگر / ۵۰۰ واحد پول قراردادی) (۱۷ + ۳۰ + ۳۰)	۵۳۵۰۰
هزینه نگهداری	
(۰/۱۸) (۳۷۶۷۶۰ واحد پول قراردادی)	۶۷۸۱۷
کل هزینه حل - ب	۱۲۶۹۱۷

روش ششم - تعدیل سطح نیروی انسانی

در این قسمت می‌خواهیم یک متدولوژی دیگری جهت ارزیابی سطح نیروی انسانی در برنامه‌ریزی تولید ادغامی ارائه دهیم که به نام "تعدیل سطح نیروی انسانی" معروف است. این روش از تحقیقات Shearson در سال ۱۹۷۴ برخاسته است که او سعی کرد یک متدولوژی جدیدی جهت ارزیابی سطح نیروی انسانی در طول دوره برنامه‌ریزی میان مدت به طور سیستماتیک آن چنان ارائه دهد که مدیر تولید به کمک آن بتواند به یک سطح نیروی انسانی معقولی بدون توسل به محاسبات کمی پیچیده دست یابد.

الف - شاخص اقدام

در برخورد منطقی با مسئله برنامه‌ریزی تولید ادغامی، مدیر باید شاخص اقدامی جهت ارزیابی سطح نیروی انسانی مورد نیاز و منابع انسانی موجود در کوتاه مدت و بلند مدت داشته باشد. شاخص اقدام کوتاه مدت یا موقعیت‌های نزدیک نظیر هفته آینده و یا ماه آینده که در آن سطح تولید باید تصمیم‌گیری شود سر و کار دارد. وقتی که ظرفیت فعلی نیروی انسانی از سطح مورد نیاز تولید در کوتاه مدت متفاوت باشد، یک تعدیلی در سطح نیروی انسانی ممکن است ضروری باشد. قبل از اعمال این تصمیم برای کوتاه مدت مدیر باید کمی فراتر از حال را نیز بنگرد. جهت ارزیابی نیروی انسانی مورد نیاز در طول‌المدت، مدیر احتیاج به پیش‌بینی تقاضا در طول یک دوره آینده تحت عنوان افق برنامه‌ریزی دارد. در اینجا واحدی که نیروی انسانی پیش‌بینی شده را با ظرفیت نیروی انسانی فعلی مقایسه کند مورد نظر خواهد بود. در صناعی که مردم در لیست انتظار هستند، شاخص دقیقتر برای تقاضا در سه ماه یا شش ماه آینده همان سفارشات عقب افتاده است که هنوز به واحد تولید ابلاغ نشده است. این انباشتگی تقاضا به انضمام هجوم تقاضای فصلی خود می‌تواند به عنوان تخمین میزان نیروی انسانی مورد نیاز در آینده تلقی گردد. بنابراین چارچوب تصمیم‌گیری مدیر براساس شاخص تعیین‌کننده سطح نیروی انسانی مورد نیاز به ظرفیت موجود در دو افق متفاوت به شرح زیر خواهد بود:

۱ - دوره جاری که در آن سرعت تولید باید تصمیم‌گیری شود و

۲ - افق برنامه‌ریزی منفک از دوره جاری که در آن سفارشات عقب افتاده ممکن است به عنوان معیار تعیین‌کننده وضعیت آینده تولید باشد. افق برنامه‌ریزی اخیر می‌تواند از یکماه تا یکسال بستگی به شرایط کارخانه مربوطه تغییر کند.

جهت مقایسه میزان تقاضا به موجودی فعلی و قدرت تولید کارخانه می‌توان نفر - ساعت را به عنوان واحد مشترک تلقی نمود. بعضی از کارخانجات ممکن است قادر باشند که برنامه تولید ادغامی خود را براساس واحد مشترک دیگری چون واحد پول قراردادی، متر، کیلوگرم یا تعداد محصول پایه‌گذاری کنند. دو نسبت زمانی تعیین‌کننده تعدیل سطح نیروی انسانی براساس نفر - ساعت را به شرح زیر تعریف می‌کنیم. نسبت دوره جاری به عنوان محک کوتاه مدت به صورت زیر تعریف می‌گردد: (۱)

		نسبت پریرود جاری (CPR)		
		< ۱	= ۱	> ۱
نسبت افق برنامه‌ریزی PPR	< ۱	CPR - کم	نرمال - CPR	زیاد - CPR
		PPR - کم	کم - PPR	کم - PPR
		وضعیت ۱	وضعیت ۲	وضعیت ۳
	= ۱	CPR - کم	نرمال - CPR	زیاد - CPR
		نرمال - PPR	نرمال - PPR	نرمال - PPR
		وضعیت ۴	وضعیت ۵	وضعیت ۶
	> ۱	CPR - کم	نرمال - CPR	زیاد - CPR
		زیاد - PPR	زیاد - PPR	زیاد - PPR
		وضعیت ۷	وضعیت ۸	وضعیت ۹

شکل ۴ - چارچوب تصمیم‌گیری سطح نیروی انسانی

وضعیت ۱: زیاد بودن نیروی انسانی در کوتاه مدت و طولی‌المدت

در وضعیت ۱، مدیر با مازاد ظرفیت در کوتاه مدت و بلند مدت مواجه است. تحت این شرایط، گزینه انباشتن موجودی جهت توفیق بر رونق بازار در آینده خالی از مخاطره نیست. راکد ماندن سرمایه برای موجودی و عدم تعدیل آن به منابع مالی در گردش ممکن است خسارات سختی به موقعیت مالی کارخانه برساند. اگر مدیر برای قرارداد جنبی نظر خوبی داشته باشد می‌تواند با ایجاد ارتباط با کارخانه‌های دیگر توان مازاد کارخانه را در این راه بکار گیرد.

یک گزینه دیگر در این مرحله کم کردن ساعات کار در هفته مثل تعطیل پنجشنبه است، ولی اغلب اوقات مسئله جدی‌تری از این اقدام است، لذا ترس کارگران از اخراج آتی خود باعث نقصان بهره‌وری می‌شود. در نتیجه مدیران غالباً در چنین وضعیتی دست به اخراج می‌زنند. حداکثر تعداد اخراج باید طوری باشد که کارگران باقیمانده قادر به برآورده نمودن بیشترین تقاضا در دوره جاری و یا در افق برنامه‌ریزی باشد.

وضعیت ۲: متعادل بودن نیروی انسانی در کوتاه مدت و مازاد بودن آن در طولی‌المدت

در چنین موقعیتی یک مدیر سیاستمدار آن چنان رفتار می‌کند که برنامه آینده، برنامه متعادل فعلی را تحت‌الشعاع قرار ندهد و در نتیجه ترس اخراج در آینده از بازدهی فعلی نکاهد. مدیر ممکن است کارهایی را به صورت قرارداد جنبی بپذیرد که انجام آن‌ها به زودی میسر باشد و در این حالت تصمیم به اخراج باید اول متوجه کارگران تحت آموزش و نیز آن‌هایی که هنوز مشمول قانون باز خرید وزارت کار نشده‌اند بشود. در هر صورت پیشنهاد می‌شود که سطح اخراج منطقی بوده و شاید تا حد متوسط سطح نیروی انسانی مورد نیاز جهت برآورده نمودن تقاضای فعلی و تقاضای پیش‌بینی شده در آینده باشد، به طوری که تقاضای فعلی کماکان برآورده شود.

$$CPR = \frac{\text{موجودی اضافی} - \text{سطح نیروی انسانی مورد نیاز در دوره جاری}}{\text{ظرفیت نیروی انسانی فعلی در اوقات معمولی}}$$

سطح نیروی انسانی مورد نیاز در دوره جاری غالباً از پیش‌بینی تقاضای دوره جاری برحسب نفر - ساعت به دست می‌آید. وقتی که CPR در عبارت فوق تقریباً برابر یک می‌شود معنی آن این است که سطح نیروی انسانی فعلی جوابگوی تقاضا در دوره جاری است. به عبارت بهتر مدیر در کوتاه مدت احتیاجی به تغییر سطح نیروی انسانی برای $CPR \approx 1$ ندارد.

نسبت افق برنامه‌ریزی به عنوان محک بلند مدت به صورت زیر تعریف می‌گردد: (۱)

$$PPR = \frac{\text{میانگین سطح نیروی انسانی مورد نیاز در افق برنامه‌ریزی بعد از دوره جاری}}{\text{میانگین ظرفیت اوقات معمولی}}$$

دوباره مقدار $PPR \approx 1$ مبین وضعیت تعادل سیستم از نظر نیروی انسانی در مابقی دوره برنامه‌ریزی است. به عبارت بهتر انتظار خواهد رفت که میانگین ظرفیت تولید در اوقات معمولی جوابگوی نیاز تولید در آینده باشد. ولی اگر PPR به مقدار قابل توجهی دور از عدد ۱ باشد، شاخص نیاز به اقدام در کم کردن نیروی انسانی (وقتی که $PPR < 1$ است) و افزایش نیروی انسانی (وقتی که $PPR > 1$ است) در دوره فعلی خواهد بود.

شاخص‌های CPR و PPR ابزارهای تصمیم‌گیری خوبی برای مدیر کارخانه هستند. از آنجایی که CPR مسئله فوری‌تری را مورد توجه قرار می‌دهد، مدیران غالباً به آن بهای بیشتری می‌دهند. ولی مدیران دوراندیش و با تجربه صرفاً برای CPR غیرمتعادل اقدام عجولانه‌ای نمی‌کنند و CPR و PPR را توأمأ به عنوان ابزارهای تصمیم‌گیری در تعدیل نیروی انسانی بکار می‌گیرند. در زیر حالات مختلف آنرا به طور مفصل تشریح خواهیم نمود.

ب - نحوه اقدام

ماتریس 3×3 در شکل ۴ نه ترکیب مختلف از دامنه تغییرات CPR و PPR را نشان می‌دهد. سطر و ستون ماتریس متناظر با گزینه‌های سه گانه CPR و PPR است که کوچکتر از ۱، تقریباً مساوی ۱ و بالاخره بزرگتر از ۱ نشان می‌دهند.

عبارت "تقریباً مساوی" پراکندگی کوچک (مثلاً حدود ۵ درصد) را دربر می‌گیرد. سایر پراکندگی‌های مجاز باید در حالات ۹ گانه زیر مشخص شود. مسئله برنامه‌ریزی تولید ادغامی از نظر تعدیل سطح نیروی انسانی در محدوده یکی از مسئله‌های فرعی ۹ گانه قرار می‌گیرد. بقیه مطالب این فصل در رابطه با اقدامات پیشنهادی مربوط به حالات ۹ گانه است.

وضعیت ۸: تعادل نیروی انسانی در کوتاه مدت و کمبود آن در طول مدت

در این وضعیت تولید با ظرفیت فعلی هیچ گونه موجودی ذخیره‌ای برای دوره آینده به بار نخواهد آورد. لذا چون به اضافه کاری بیش از حد در دوره‌های بعدی نیاز خواهد بود در نتیجه بهتر است که اقدامی در این دوره صورت پذیرد. یک اقدام مدیر، استخدام است ولی از آنجایی که دوره آموزش در بیشتر کارخانجات ۵ هفته و یا بیشتر به طول می‌انجامد و در این فاصله اگر مشخص شود که پیش‌بینی تقاضا خیلی خوش‌بینانه بوده در آن صورت اخراج افراد خود مسئله جدی‌تری خواهد بود.

سیاست محتاطانه دیگر آن است که بین سیاست "بینیم چه می‌شود" و "استخدام کنیم" متوسط بگیریم و نصف کارگران مورد نیاز آتی را استخدام کنیم.

وضعیت ۹: کمبود نیروی انسانی در کوتاه مدت و بلندمدت

در این حالت چون هم در کوتاه مدت و هم در بلند مدت کمبود نیروی انسانی داریم، لذا سیاست اضافه کاری در بلند مدت به علت کم شدن بهره‌وری به صرفه نخواهد بود. گزینه‌های مدیر استفاده از قرارداد جنبی و استخدام نیروی جدید است که غالباً مدیران سیاست استخدام را ترجیح می‌دهند.

سؤالی که در اینجا برای مدیران باقی می‌ماند سطح استخدام نیروی جدید در دوره جاری است. سطح استخدام می‌تواند از متوسط دو محک کوتاه و بلند مدت تا ماکزیمم آن‌ها برحسب مورد تغییر کند.

ج- کاربرد روش تعدیل سطح نیروی انسانی در کارخانه پارچه‌بافی

روش تعدیل سطح نیروی انسانی که در قسمت‌های قبلی مورد بحث قرار گرفت، مسئله موردی برنامه‌ریزی را به ۹ مسئله فرعی تقسیم می‌نماید. مسائل فرعی هر یک، یک وضعیت تعریف شده توسط محک CPR و PPR هستند. به منظور کاربرد این روش ما دوباره مسئله کارخانه پارچه‌بافی مورد بحث در این فصل را با این روش حل می‌کنیم. شکل ۵ اقداماتی که مدیریت می‌تواند در کارخانه پارچه‌بافی در رابطه با هر وضعیت اتخاذ کند خلاصه می‌نماید.

	CPR < ۰.۹۵	۰.۹۵ < CPR < ۱.۰۵	CPR > ۱.۰۵
PPR < ۰.۹۵	۱	۲	۳
PPR < ۱.۰۵ > ۰.۹۵	۴	۵	۶
PPR > ۱.۰۵	۷	۸	۹

شکل ۵. قوانین بکارگیری اعداد جدول ۶

اقدام مدیر در وضعیت‌های نه‌گانه

وضعیت ۱: سطح تولید روزانه فعلی را به حاصلضرب سطح تولید روزانه ماه قبلی در ماکزیمم CPR و PPR برسانید. از سیاست اخراج استفاده کنید. از سیاست کم کردن ساعات کار در هفته استفاده نکنید.

وضعیت ۳: کمبود نیروی انسانی در حالت فعلی و مازاد بودن آن در طول مدت

در چنین حالتی مدیر دو گزینه مختلف دارد که بر حسب مورد می‌تواند یکی از آن‌ها را اختیار نماید:

۱- از طریق اضافه کاری و قرارداد جنبی مشکل موقتی کمبود نیروی انسانی را رفع کند و در طول مدت به اخراج پردازد.

۲- با سیاست "گاهش جلب رضایت مشتری" برطرف نمودن تقاضای فعلی را کمی به تعویق بیندازد و در دوره آینده جبران کند. ولی بر اثر این عمل تعدیلی در سطح نیروی انسانی به وجود آورد و آن را پایدار نگهدارد.

وضعیت ۴: متعادل بودن نیروی انسانی در طول مدت و مازاد بودن آن در کوتاه مدت

در این حالت مدیر ممکن است یکی از سه گزینه زیر را انتخاب کند و یا با انتخاب توأم آن‌ها بر حسب مورد جرح و تعدیل به وجود آورد:

۱- اضافی تولید کند.

۲- اخراج کند.

۳- زمان کاری را در هفته کم کند.

غالباً هزینه نگهداری کمتر از هزینه کسری است. لذا تولید اضافی و داشتن موجودی در این مرحله چندان هم مخاطره‌آمیز نخواهد بود. فقط مشکل آن موقتی جدی خواهد شد که تقاضای آتی کمتر از مقادیر پیش‌بینی شده بشود. در نتیجه سیاست موفق‌تر آن خواهد بود که هم تولید اضافی داشته باشد و هم زمان کاری کوتاه گردد.

وضعیت ۵: حالت ایده‌آل

در این حالت چون سطح نیروی انسانی در کوتاه مدت و نیز در طول مدت در حالت تعادل است لذا احتیاجی به هیچ گونه تغییر نخواهد بود.

وضعیت ۶: متعادل بودن سطح نیروی انسانی در طول مدت و کمبود آن در کوتاه مدت

در این حالت تقاضای نیروی انسانی در کوتاه مدت بیش از ظرفیت موجود است و حال آنکه در طول مدت این ارتباط متعادل است. از آنجایی که این کمبود موقتی است لذا استخدام نیروی جدید به هیچ وجه صلاح نبوده بلکه رفع این نیاز از طریق اضافه کاری و سپس از قرارداد جنبی تجویز می‌گردد. گزینه‌های دیگر برای این حالت افزودن شیفت اضافی و یا تعویق تحویل قسمتی از تقاضا به دوره بعدی است. ضمناً باید توجه داشته باشیم که بیش از ۴۰ درصد اضافه کاری و یا ۵۶ ساعت کار در هفته بنا به تجربیات گذشته بهره‌ور نیست.

وضعیت ۷: مازاد نیروی انسانی در کوتاه مدت و کمبود آن در طول مدت

عکس‌العمل منطقی مدیر در این حالت این است که تولید در سطح فعلی با بهره‌وری خوب آن ادامه پیدا کند و تعدادی از اقلام را نیز تولید و انبار کند. با این وجود ممکن است برای مدیر این سؤال پیش آید که آیا نیروی انسانی استخدام بنماید و یا خیر؟ هزینه بالای استخدام و اخراج مدیر را بر آن خواهد داشت که از سیاست "بینیم چه می‌شود" پیروی نموده و یک دوره هم صبر کند و اقدامی نکند.

جدول ۶- محاسبات روش تعدیل نیروی انسانی در کارخانه پارچه بافی

ماه	روزهای کاری	تقاضا (نفر-ساعت)	CPR	PPR	وضعیت	اقدام	تولید (روز/نفر-ساعت)	کل تولید (نفر-ساعت)	کل تقاضا (نفر-ساعت)	موجودی پایان ماه
مهر	۱۹	۵۲۰۰۰	۰/۹۰	۰/۸۱	۱	$(0.81)(2045) = 1641$	۱۶۴۱	۵۲۰۷۹	۷۹	۷۹
آبان	۲۴	۴۵۰۰۰	۰/۶۸	۱/۰۹	۷	بدون تغییر	۱۶۴۱	۶۵۷۸۴	۲۰۷۸۴	۲۰۸۶۳
آذر	۱۸	۵۸۰۰۰	۱/۱۸	۱/۱۱	۹	$(1/18 + 1/11) \cdot 0.5 = 3248$	۲۹۵۴	۵۳۱۷۲	(۴۸۱۸)	۱۶۰۲۵
دی	۲۲	۶۲۰۰۰	۰/۹۵	۱/۲۱	۷	بدون تغییر	۲۹۵۴	۶۴۹۸۳	۲۹۸۸	۱۹۰۲۳
بهمن	۱۸	۶۹۰۰۰	۱/۳۰	۱/۱۸	۹	$(1/30 + 1/18) \cdot 0.5 = 3213$	۳۱۶۴	۵۶۹۵۲	(۱۲۰۴۸)	۶۸۷۵
اسفند	۲۰	۶۷۰۰۰	۱/۰۶	۱/۱۹	۹	$(1/6 + 1/19) \cdot 0.5 = 3552$	۳۲۷۴	۶۷۴۸۰	۴۸۰	۷۴۵۵
فروردین	۲۵	۸۰۰۰۰	۱/۰۷	۱/۱۷	۹	$(1/7 + 1/17) \cdot 0.5 = 3771$	۳۵۸۴	۸۹۶۰۰	(۴۰۰)	۷۰۵۵
اردیبهشت	۱۹	۷۵۰۰۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۹	$(1/10 + 1/10) \cdot 0.5 = 3949$	۳۷۸۰	۷۱۸۲۰	(۳۱۸۰)	۲۸۷۵
خرداد	۲۰	۷۱۰۰۰	۱/۰۴	۱/۰۱	۵	بدون تغییر	۳۷۸۰	۷۵۶۰۰	(۳۴۰۰)	۴۷۵
تیر	۱۹	۷۵۰۰۰	۱/۰۴	۰/۸۸	۵	بدون تغییر (یک روز اضافه کاری)	۳۷۸۰	۷۵۶۰۰	۶۰۰	۱۰۷۵
مرداد	۱۵	۵۵۰۰۰	۰/۱۷	۰/۸۵	۲	بدون تغییر	۳۷۸۰	۵۶۷۰۰	۱۷۰۰	۲۷۷۵
شهریور	۲۰	۷۴۰۰۰	۰/۸۸	۰/۵۹	۲	بدون تغییر	۳۷۸۰	۷۵۶۰۰	۱۶۰۰	۴۳۷۵
										۷۵۰۵

$۳۰۴۵ = ۴۳۵ \times ۷ =$ تولید روزانه در شهریور

= موجودی پایان شهریور

- وضعیت ۲: در سطح تولید ماه قبلی تولید کنید.
- وضعیت ۳: به مقدار حاصلضرب سطح تولید در ماه قبلی در CPR با اضافه کاری سه روز در ماه، استخدام و قرارداد اجنبی تولید کنید.
- وضعیت ۴: تغییر ندهید و موجودی انباشته کنید.
- وضعیت ۵: تغییر ندهید.
- وضعیت ۶: مانند وضعیت ۳ عمل کنید.
- وضعیت ۷: تغییری ندهید و موجودی انباشته کنید.
- وضعیت ۸: تغییر ندهید.

وضعیت ۹: توسط اضافه کاری سه روز در ماه، استخدام و قرارداد اجنبی سطح تولید را به $\frac{CPR+PPR}{۳}$ برسانید (در صورتی که تقاضای همان ماه با استخدام برطرف شود از اضافه کاری استفاده نمی‌کنیم. همین طور اگر استخدام و اضافه کاری کافی باشد از قرارداد اجنبی استفاده نمی‌کنیم).

جدول ۶ نشان دهنده نتایج حاصل از محاسبات است. تعداد روزهای کاری در ستون ۲ نشان داده شده است. تقاضا برحسب نفر-ساعت در ستون ۳ نشان داده شده است. اعداد حاصل در ستون‌های بعدی به شرح زیر محاسبه گردیده‌اند:

ستون ۴

قبلاً متذکر شدیم که برای سادگی محاسبات در این مسئله موجودی و تقاضا را برحسب نفر-ساعت در نظر می‌گیریم. لذا CPR در کارخانه پارچه بافی به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$CPR \text{ در ماه } t = \frac{\text{تولید روزانه ماه } t - 1}{\text{تعداد روزهای کاری در ماه } t - 1}$$

ضریب ثابت α که همواره بین صفر و ۱ تغییر می‌کند با استفاده از تجربیات گذشته قابل تعیین است که در این مسئله می‌تواند برابر ۰/۳۳ باشد. این ضریب نشان دهنده درصد تقاضای ماه فعلی است که توسط موجودی ماه قبل ارضاء می‌گردد.

به عنوان مثال در مهر ماه به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$CPR \text{ در مهرماه} = \frac{\text{موجودی ماه شهریور (۰/۳۳) - تقاضا در مهرماه}}{\text{تعداد روزهای کاری مهرماه}}$$

$$CPR \text{ در مهرماه} = \frac{۵۲۰۰۰ - ۰/۳۳(۰)}{۱۹} = ۰/۹۰$$

ستون ۱۰ - کل تولید منهای تقاضا

$$\text{ستون ۳} - \text{ستون ۹} = \text{ستون ۱۰}$$

ستون ۱۱ - موجودی پایان ماه

$$\text{موجودی پایانی ماه قبلی} + \text{ستون ۱۰} = \text{ستون ۱۱}$$

کل هزینه

وقتی که برنامه تولید ادغامی سالیانه کارخانه پارچه بافی به روش تعدیل نیروی انسانی محاسبه گردید کل هزینه به صورت زیر قابل استخراج خواهد بود. این هزینه شامل هزینه تغییر سطح تولید، هزینه موجودی و جریمه کسری است. این محاسبات با استفاده از جداول ۶ و ۷ در جدول ۸ خلاصه شده است.

جدول ۷ - تعداد کارکنان در روش تعدیل نیروی انسانی

ماه	ساعات کاری ستون ۸ جدول ۵	تعداد کارگران	استخدام ماهانه	اخراج ماهانه
مهر	۲۷۴۱	۳۹۲		۴۳
آبان	۲۷۴۱	۳۹۲		
آذر	۲۹۵۴	۴۲۲	۳۰	
دی	۲۹۵۴	۴۲۲		
بهمن	۳۱۶۴	۴۵۲	۳۰	
اسفند	۳۳۷۴	۴۸۲	۳۰	
فروردین	۳۵۸۴	۵۱۲	۳۰	
اردیبهشت	۳۷۸۰	۵۴۰	۲۸	
خرداد	۳۷۸۰			
تیر	۳۷۸۰			
مرداد	۳۷۸۰			
شهریور	۳۷۸۰			
	کل		۱۴۸	۴۳

* تعداد کارگران = (کارگر / ساعت) × ۷ / تعداد ساعات کاری

در این مسأله چون $\alpha = 0$ هزینه کمتری را عاید خواهد ساخت، لذا ما در بقیه محاسبات α را برابر صفر اختیار کرده‌ایم.

ستون ۵

برای مسئله کارخانه پارچه‌بافی افق برنامه‌ریزی را دو ماه بعد از دوره CPR در نظر گرفته‌ایم، ولی این دوره کاملاً قراردادی است و برحسب مورد و با داشتن اطلاعات کافی می‌تواند طولانی‌تر اختیار گردد. لذا فرمول محاسبه PPR در ماه ۱ بصورت زیر خواهد بود:

$$\text{PPR} = \frac{\text{تقاضای ماه‌های } ۱ + ۲ + ۳}{\text{مجموع روزهای کاری ماه } ۱ + ۲ + ۳} \times \text{تولید روزانه ماه } ۱ - ۲$$

به عنوان مثال، در مهرماه خواهیم داشت:

$$\text{PPR} = \frac{\frac{۴۵۰۰۰ + ۵۸۰۰۰}{۲۲ + ۱۸}}{\frac{\text{تقاضای ماه‌های آبان و آذر}}{\text{تعداد روزهای کاری ماه‌های آبان و آذر}}} = \frac{۳۰۴۵}{۰.۸۱} = ۳۷۷۰$$

ستون‌های ۶ و ۷ - وضعیت و اقدام

وضعیت روش تعدیل نیروی انسانی بعد از محاسبه CPR و PPR در شکل ۵ مشخص می‌شود. اقدام مربوط به هر وضعیت نیز در پایین شکل ۵ توضیح داده شده است.

ستون ۸ - سرعت تولید (روز / نفر - ساعت)

این ستون با توجه به ستون ۷ یعنی اقدام محاسبه می‌گردد. به عنوان مثال در آذر ماه چون وضعیت ۹ است، ستون اقدام تجویز می‌کند که سطح نیروی انسانی را به $\frac{\text{CPR} + \text{PPR}}{۲}$ برسانیم. که این مقدار برابر $۱/۱۸۵ = (\frac{1}{۲})(۱/۱۹ + ۱/۱۸)$ است. تولید روزانه در این ماه باید برابر $۳۲۴۸ = ۱/۱۸۵ \times ۲۷۴۱$ باشد. اما این مقدار ایجاب می‌کند که ۷۲ نفر کارگر استخدام کنیم، از آنجاییکه در کارخانه پارچه‌بافی به علت محدودیت در آموزش فقط ۳۰ نفر می‌توانیم استخدام کنیم، پس سطح تولید روزانه اوقات معمولی در این ماه به صورت زیر خواهد بود.

$$\text{نفر} - \text{ساعت} = ۲۹۵۴ = ۷ \times (۳۹۲ + ۳۰)$$

که این عدد در سطر سوم ستون هشتم جدول ۶ مشهود است.

ستون ۹ - کل تولید (نفر - ساعت)

$$\text{ستون ۲} \times \text{ستون ۸} = \text{ستون ۹}$$

$191 = 48 - 239$ واحد محصول ارسال شده است که با مقدار پیش‌بینی ۲۰۰ واحد محصول متفاوت است. بنابراین برنامه‌ریز باید تقاضای پیش‌بینی شده را برای تعیین تعداد محصولی که باید تولید شود، استفاده کند حتی اگر تقاضای واقعی با پیش‌بینی متفاوت باشد. ستون ماقبل آخر نمایشگر $I^* - I_{t-1}$ یعنی اختلاف بین سطح موجودی مورد نظر (در اینجا ۵۰) و موجودی واقعی است. ستون آخر نمایشگر جمع وزنی تقاضای پیش‌بینی شده سه دوره بعدی است که در روش‌های دیگر این بخش (روش تجربی) مورد نیاز است.

اگر حد اضافه کاری ۱۶ ساعت در هفته تصور شود، در آن صورت ظرفیت تولید اضافه کاری همواره ۰٫۴ اوقات معمولی یعنی ۸۰ ساعت در دوره ۱ خواهد بود. برای اینکه راه حل قابل اجرا باشد، $P_{R,t}$ و $P_{O,t}$ یعنی مقادیر طرح‌ریزی شده برای تولید باید از ظرفیت مربوطه کوچکتر باشد. مقادیر تولید از روابط زیر حاصل می‌شوند، که در آن W_t نمایشگر سطح نیروی انسانی، P_t حداکثر ظرفیت تولید در اوقات معمولی و اضافه کاری، $P_{R,t}$ برنامه تولید اوقات معمولی و $P_{O,t}$ برنامه تولید اوقات اضافه کاری است.

$$P_t \leq 11,2 W_t$$

$$P_{R,t} = \begin{cases} \lambda W_t & \text{اگر } \lambda W_t \leq P_t \text{ باشد.} \\ P_t & \text{در سایر موارد} \end{cases}$$

$$P_{O,t} = \begin{cases} P_t - P_{R,t} & \text{اگر } P_t - P_{R,t} \geq 0 \text{ باشد.} \\ 0 & \text{در سایر موارد} \end{cases}$$

توجه داریم که حداکثر ظرفیت تولید فقط از طریق افزایش یا کاهش سطح نیروی انسانی قابل تغییر است. تصور کنید که تحلیل هزینه فرآیند تولید روابط زیر را حاصل کرده باشد:

۱- هزینه نیروی انسانی تولید در اوقات معمولی یک تابع خطی با ضریب ۱۵۳ واحد پول به ازاء هر واحد محصول باشد.

۲- هزینه تولید در اوقات اضافه کاری ۱۹۸ واحد پول به ازاء هر واحد از ۲۰ درصد محصول مازاد بر ظرفیت اوقات معمولی تولید شده (در پنجشنبه‌ها) و ۲۴۳ واحد پول به ازاء هر واحد محصول از ۲۰ درصد بعدی (در جمعه‌ها) است.

۳- سهم هر واحد محصول از مواد اولیه و هزینه ثابت، صرف‌نظر از نیروی انسانی از رابطه زیر بدست می‌آید.

۴- هزینه نگهداری هر واحد محصول در یک دوره از رابطه زیر حاصل می‌شود.

۵- هزینه اخراج کارگر از رابطه زیر بدست می‌آید.

۶- هزینه استخدام از رابطه زیر تبعیت می‌کند.

قیمت فروش هر واحد از این محصول ۵۰۰ واحد پول اختیار شده است.

جدول ۸- هزینه روش تعدیل نیروی انسانی در کارخانه پارچه‌بافی

واحد پول قراردادی	هزینه اخراج
۱۷۲۰۰	(نفر / ۴۰۰ واحد پول قراردادی) (نفر ۴۳)
۷۴۰۰۰	هزینه استخدام (نفر / ۵۰۰ واحد پول قراردادی) (نفر ۱۴۸)
۴۰۵۲۷	هزینه نگهداری (نفر / ۱۸) (نفر - ساعت / واحد پول قراردادی) (۷۵۰۵ ساعت)
۱۱۳۴۰	هزینه اضافه کاری (نفر - ساعت / واحد پول قراردادی (نفر - ساعت) ۳۷۸۰)
۱۴۳۰۶۷	جمع کل هزینه‌ها

۵- بررسی مورد خاص دوم (کارخانه تلویزیون رنگی)

یک کارخانه تولید کننده تلویزیون رنگی در ۳۲ دوره قبلی تحت نظر مدیریت فعلی مشغول به کار بوده است. هدف ما در این بررسی استفاده از مفروضات داده شده برای دوره‌های ۱ تا ۲۴ جهت برنامه‌ریزی دوره‌های ۲۵ تا ۳۰ است. پس از آن این برنامه را با تصمیم واقعی دست‌اندرکاران در طول دوره‌های ۲۵ تا ۳۰ مقایسه نموده و نتیجه را در جدول ۹ نشان داده‌ایم. اگر مدل‌هایی که ما در این بررسی جدید ارائه می‌دهیم از نتایج کار مدیریت فعلی بهتر باشد باید از نتایج کار خود خرسند باشیم. اطلاعات داده شده در این کارخانه به شرح زیر است:

- هر تلویزیون رنگی یک واحد محصول ادغامی نامیده شده است.
- هر هفته به عنوان یک دوره تولید تلقی شده است.
- مقدار I^* یعنی سطح موجودی پایانی هر دوره ۵۰ واحد محصول تعیین شده است.
- هر واحد محصول احتیاج به ۵ نفر - ساعت کار انسانی دارد. بنابراین هر کارگر با ۴۰ ساعت کار در هفته می‌تواند ۸ واحد محصول در هفته تولید کند.
- ساعات کار اوقات معمولی ۸ ساعت در روز است.
- هر کارگر می‌تواند در روزهای پنجشنبه و جمعه اضافه کاری داشته باشد و در نتیجه در این ۱۶ ساعت اضافه کاری ۳٫۲ واحد محصول در هفته تولید کند.
- تعداد کارگران در ابتدای دوره ۲۵ نفر بوده است که می‌تواند حداکثر ۲۰۰ واحد محصول در اوقات معمولی تولید کند.

جدول ۹ مجموعه عملکرد این مدیریت را در ۳۲ دوره گذشته نشان می‌دهد. ستون F_t مبین پیش‌بینی تقاضا برای ۳۲ دوره است. توجه داشته باشید که پیش‌بینی تقاضا ممکن است دقیق نباشد و با تقاضای واقعی فرق داشته باشد. این مورد در جدول ۹ مصداق دارد. ستون I_{t-1} نمایشگر موجودی نگهداری شده در پایان دوره $t-1$ و آغاز دوره t است. ستون‌های W_t تا $P_{O,t}$ نمایشگر تصمیماتی است که توسط برنامه‌ریز تولید از طریق درک ذهنی گرفته شده است. توجه کنید که بعد از دوره ۱ موجودی انبار ۴۸ واحد محصول بود. این بدان معنی است که