دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی صنایع

عارضه‌یابی سیستم برنامه‌ریزی تولید شرکت آسیاتک الکترونیک

الهه هادوی اسکویی

استاد راهنما

دکتر جنابی

تابستان ۱۳۹۳

پیشگفتار

در جهان صنعتی امروز، به تولید به عنوان یک سلاح رقابتی نگریسته می‌شود و سازمان‌های تولیدی در محیطی قرار گرفته اند که از ویژگی‌های آن می توان به افزایش فشارهای رقابتی، تنوع در محصولات، تغییر در انتظارات مشتریان و افزایش سطح توقع مشتریان اشاره کرد. محصولات در حالی که باید بسیار کیفی باشند، تنها زمان کوتاهی در بازار می مانند و باید جای خود را به محصولاتی بدهند که با آخرین ذائقه، سلیقه و یا نیاز مشتریان سازگار هستند. گویا بی‌توجهی به خواست مشتری و قصور در تحویل به موقع از ویژگی‌های بازار صنعتی شده است.

افزایش فشار رقابت، کاهش عمر و افزایش تنوع محصولات، بنگاه‌های اقتصادی را بر آن داشته است که در جهت کاهش هرچه بیشتر هزینه های خود، از رویکردهای جدید و مؤثرتری در بخش‌های سه گانه تهیه، تولید و توزیع استفاده کنند. قسمت اعظم هزینه های یک مرکز صنعتی، مربوط به هزینه های بخش تولید آن می‌باشد. در این بخش، استفاده مؤثر از ظرفیت تسهیلات، افزایش بهره‌وری کارگرها، افزایش کیفیت و نرخ تولید، کاهش سطح موجودی، کاهش حجم حمل و نقل مواد و افزایش انعطاف‌پذیری از جمله اهدافی می‌باشند که امروزه اکثر مراکز تولیدی سعی در دستیابی به آن‌ها دارند.

یکی از ابزارهای بسیار کارآمد در این زمینه استفاده از سیستم برنامه‌ریزی تولید و کنترل پروژه است. تجزیه و تحلیل استراتژی‌های تولید و عملیات در سازمان‌ها ، از اهمیت روزافزونی برخوردار شده است و به دلیل ویژگی‌ها و توانمندی‌های بارز آن در تولید ، توانسته است در راستای نیاز سازمان‌های مختلف ، جایگاه شایسته‌ای در بین ابزارهای مدیریتی به دست آورد.

با استفاده از استراتژی‌های تولید سازمان قادر می گردد خدمات ومحصولاتی را ارائه کند که منتهی به مزیت رقابتی خواهند بود. سازمان با به کارگیری استراتژی‌های برنامه‌ریزی تولید در نهایت قادر خواهد بود به سوالاتی از قبیل سطح تولید مناسب چه مقدار است؟ زمان تحویل محصول چقدر است؟ آیا زمان تولید محصول را می‌توان کاهش داد؟ ظرفیت تولید و عملیات در چه سطحی است؟ برای بهبود و افزایش رضایت مشتری در تولید چه پارامترهایی را باید لحاظ کرد؟ و سوالاتی از این دست پاسخ دهد.

عدم وجود اطلاعات موجودی، سردرگمی در تعیین میزان تولید بهینه ، عدم اطلاع از میزان اضافه‌کاری پرسنل، تعویق سفارشات ، از دست دادن مشتری ، کاهش اعتبار شرکت به علت عدم تحویل به موقع کالا و

غیره از جمله مشکلاتی هستند که می‌توان منشاء بروز همه آن‌ها را در عدم وجود سیستم برنامه‌ریزی تولید در سازمان جستجو کرد. در این میان شرکت‌هایی نیز وجود دارند که در راستای ایجاد یک سیستم برنامه‌ریزی قدم برداشته و با ایجاد سیستمی متناسب با کارکرد شرکت ، توانسته‌اند در مدت کوتاهی نتایج قابل قبولی را برای سازمان خود به وجود اورند.

در همین راستا برآن شدیم در رابطه با علت‌ها و دلایل نارسایی‌ها ومشکلات موجود در سیستم برنامه‌ریزی تولید واحد صنعتی آسیاتک الکترونیک پژوهشی انجام داده تا بتوانیم گامی هرچند کوچک در راستای ارتقای سیستم برنامه‌ریزی سازمان‌ها برداریم.

در این راه از زحمات بی‌دریغ اساتید گرامی کمال تقدیر و تشکر را داریم.

مقدمه

با توجه به اهداف مطرح شده و با عنایت به عنوان موضوع تحقیق ، این پژوهش در ۵ فصل انجام شده است. در فصل اول به معرفی شرکت آسیاتک الکترونیک ، تاریخچه این شرکت و معرفی اجمالی محصولات تولید این شرکت می‌پردازیم. در فصل دوم مقدمه‌ای از مدیریت تولید ، انواع فرآیندهای تولید و مقدمات برنامه‌ریزی تولید بیان می‌شود.فصل سوم به دلیل ماهیت محصولات تولیدی شرکت آسیاتک الکترونیک به دو بخش تفکیک شده است. در بخش اول محصولات انواع رله‌های الکتریکی هستند و دارای تولید روتین می‌باشند؛ درحالی که محصولات بخش دوم که شامل خدمات مونتاژ SMD است به صورت پروژه‌های مهندسی طبق سفارش تولید می‌گردند. در هر بخش به معرفی انواع محصولات متعلق به آن گروه و سیستم برنامه‌ریزی که در شرکت برای تولید آن‌ها اجرا می‌شود ، پرداخته می‌شود. در فصل چهارم بخش اول ، نتایج انجام زمان‌سنجی در شرکت ذکر شده است و هم‌چنین برنامه تولیدی مختص محصولات و متناسب با شرکت تدوین شده است. در بخش دوم فصل چهارم به معرفی پروژه‌های مهندسی طبق سفارش ، روند برنامه‌ریزی این نوع پروژه‌ها و هم‌چنین عارضه‌یابی در چرخه عمر پروژه‌ها و ارائه راهکار پرداخته شده است.

فهرست

۱ – ۱ - معرفی واحد صنعتی آسیاتک الکتریک ۱

۱ – ۲ - رابطها با شرکت ۲

۱-۳- تاریخچه شرکت آسیاتک الکتریک ۲

۱-۴ - گواهینامه‌ها ۳

۱ – ۵ - چارت سازمانی ۴

فصل دوم ۶

۲- ۱ – مقدمه‌ای بر مدیریت تولید ۷

۲-۲- انواع فرآیندهای تولید ۸

۲-۳- بررسی چیدمان محیط تولید ۹

۲-۴- مقدمات برنامه‌ریزی تولید ۱۲

۲-۴-۱- برنامه‌ریزی ادغامی ۱۲

۲-۴-۲- زمانبندی اصلی تولید ۱۳

۲-۴-۳- برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز(MRP) ۱۴

فصل سوم ۱۵

سیستم برنامه‌ریزی تولید شرکت آسیاتک الکتریک ۱۷

فصل سوم بخش اول ۱۷

۳-۱-۱- مقدمه‌ای درباره رله‌های الکتریکی ۱۹

۳-۱-۱-۱- رله‌های حفاظتی ۱۹

۳-۱-۱-۲- رله های زمانی ۲۰

۳- ۱- ۲- معرفی محصولات واحد رله‌های الکترونیکی ۲۲

۳- ۱- ۳- عکس محصول ۳۱
۳ – ۱ – ۴ – نمودار فرآیند عملیات ۳۱
۳- ۱- ۵- سیستم برنامه‌ریزی محصولات رله‌های الکتریکی ۳۷
فصل سوم بخش دوم ۳۶
۳-۲-۱- مقدمه‌ای درباره قطعات SMD ۳۹
۳-۲-۲- انواع قطعات SMD ۴۰
۳-۲-۳- برد SMD ۴۲
۳- ۲ -۴ - بررسی جنبه‌های استفاده از قطعات SMD ۴۳
۳- ۲ – ۵ - روش‌های مونتاژ SMD ۴۴
۳-۲-۵-۱- روش چسبی (Glue) ۴۴
۳-۲-۵-۲- روش خمیر قلع (Solder-Paste) ۴۵
۳-۲-۶- خط مونتاژ SMD شرکت آسیاتک الکتریک ۴۶
۳-۲-۷- برنامه‌ریزی محصولات SMD ۴۷
فصل چهارم بخش اول ۴۶
۴-۱- ۱- کارسنجی و زمان‌سنجی ۵۱
۴-۱-۲- اجرای زمان‌سنجی ۵۴
۴-۱-۲-۱- ثبت زمان ۵۵
۴-۱-۲-۲- تعیین بیکاری‌های مجاز ۶۰
۴-۱-۲-۲-۱- بیکاری مجاز ثابت ۶۰
۴-۱-۲-۲-۲- بیکاری‌های مجاز متغیر ۶۱
۴-۱-۲-۳- محاسبه زمان استاندارد ۶۵

۴-۱-۳- برنامه‌ریزی تولید ۷۴
۴-۱-۳-۱- انواع برنامه‌های تولید ۷۴
۴-۱-۴- اجرای برنامه تولید ۷۶
فصل چهارم بخش دوم ۸۳
۴-۲-۱- سیستم‌های تولیدی براساس استراتژی‌های پاسخگویی به تقاضا ۸۶
۴-۲-۲- معرفی سیستم تولیدی مهندسی طبق سفارش ETO ۸۸
۴-۲-۳- مقایسه سیستم ETO با سایر استراتژیهای تولید ۹۰
۴-۲-۴- برنامه‌ریزی در سیستمETO ۹۳
۴-۲-۴-۱- هدف یابی و فرآیند فروش ۹۳
۴-۲-۴-۲-فرآیند برنامه‌ریزی ETO ۹۵
۴-۲-۴-۳- آغاز اجرای پروژه ۹۷
۴-۲-۴-۴- برنامه‌ریزی الویت‌ها ۹۸
۴-۲-۴-۵- مرحله نصب و راه‌اندازی و فعالیت‌های اختتامی ۹۹
۴-۲-۵- مشکلات و نارسایی ها در سیستم‌های تولید ETO ۱۰۰
۴-۲-۶- عارضه‌یابی در چرخه عمر پروژه و راهکارها ۱۰۲
فصل پنجم ۱۱۳
۵-۱- نتیجه گیری ۱۱۶
منابع ۱۱۸

فهرست جداول

جدول ۱- ۱- آدرس پست الکترونیک و وب‌سایت شرکت آسیاتک الکتریک ۱

جدول ۱-۲- نسبت تعداد کارکنان به سطح تحصیلات در سال ۸۸..... ۴

۳-۲-۲- انواع قطعات SMD..... ۴۰

جدول ۴-۱-۱- شرح فعالیت ایستگاه‌کاری و ماشین‌آلات مورد استفاده ۵۴

جدول ۴-۱-۲- زمانسنجی رله کاهش جریان در ایستگاه پشتیبانی..... ۵۷

جدول ۴-۱-۳- زمانسنجی رله کاهش جریان در ایستگاه مونتاژ..... ۵۸

جدول ۴-۱-۴- زمانسنجی رله کاهش جریان در ایستگاه تست..... ۵۸

جدول ۴-۱-۵- زمانسنجی رله کاهش جریان در ایستگاه بسته‌بندی..... ۵۹

جدول ۴-۱-۶- جدول تعیین بیکاری‌های مجاز با توجه به امتیازات حاصل از عوامل موثر بر بیکاری‌های مجاز..... ۶۲

جدول ۴-۱-۷- تعیین الونس کاری..... ۶۳

جدول ۴-۱-۸- محاسبه زمان استاندارد رله کاهش جریان..... ۶۶

جدول ۴-۱-۹- محاسبه زمان استاندارد رله کاهش ولتاژ..... ۶۷

جدول ۴-۱-۱۰- محاسبه زمان استاندارد رله افزایش جریان..... ۶۸

جدول ۴-۱-۱۱- محاسبه زمان استاندارد رله افزایش ولتاژ..... ۶۹

جدول ۴-۱-۱۲- محاسبه زمان استاندارد رله کنترل فاز..... ۷۰

جدول ۴-۱-۱۳- محاسبه زمان استاندارد تایمر تأخیر در وصل..... ۷۱

جدول ۴-۱-۱۴- محاسبه زمان استاندارد تایمر تأخیر در قطع..... ۷۲

جدول ۴-۱-۱۵- محاسبه زمان استاندارد تایمر راه‌پله..... ۷۳

جدول ۴-۱-۱۶- برنامه میان‌مدت..... ۷۷

جدول ۴-۱-۱۷- برنامه تولید کوتاه‌مدت..... ۸۱

جدول ۴-۱-۱۸- میزان اضافه‌کاری هر اپراتور..... ۸۳

جدول ۴-۲-۱- مقایسه ویژگی‌های ETO از MTS ۹۲

جدول ۴-۲-۲- بررسی علت و معلول در فاز خلق ایده پروژه ۱۰۳

جدول ۴-۲-۳- بررسی علت و معلول در فاز نیازسنجی و امکان‌سنجی ۱۰۴

جدول ۴-۲-۴- بررسی علت و معلول در فاز برنامه‌ریزی ۱۰۷

جدول ۴-۲-۵- بررسی علت و معلول در فاز اجرای پروژه ۱۰۹

جدول ۴-۲-۶- بررسی علت و معلول در فاز نظارت و کنترل پروژه ۱۱۱

جدول ۴-۲-۷- بررسی علت و معلول در فاز اختتام ، تحویل و بهره‌برداری..... ۱۱۳

فهرست شکل‌ها

تصویر ۱ – ۱- چارت سازمانی شرکت آسیاتک الکتریک ۵

۳-۱-۱-۱- رله‌های حفاظتی ۱۹

شکل ۳-۱-۱- نمای شماتیک رله راه‌پله ۲۱

شکل ۳-۱-۲- رله افزایش ولتاژ ۳۱

شکل ۳-۱-۳- رله کاهش جریان ۳۱

شکل ۳-۱-۴- رله راه‌پله ۳۱

شکل ۳-۱-۵- نمودار فرآیند عملیات رله‌های الکتریکی ۳۶

شکل ۳-۲-۲- قطعات SMD ۴۳

شکل ۴-۱-۱- روند محاسبه زمان استاندارد ۶۵

شکل ۴-۲-۱- نقطه انفصال مشتری در استراتژی‌های مدیریت تقاضا ۸۸

فصل اول

در این فصل به معرفی شرک آسیاتک الکترونیک ، محصولات و تاریخچه‌ای از این شرکت می‌پردازیم

۱ – ۱ – معرفی واحد صنعتی آسیاتک الکتریک

شرکت آسیاتک الکتریک در سال ۱۳۶۵ فعالیت خود را با تولید انواع رله‌های الکترونیکی صنعتی آغاز نموده و طی ۲۸ سال گذشته با ادامه روند رو به رشد خود ، توانست محدوده محصولات خود را توسعه داده و به تولید انواع رله‌های الکترونیکی شامل حفاظتی ، زمانی ، مونیتورینگ و ابزار دقیق و تولید انواع کنترل دور الکتروموتور AC / DC ، انواع باتری شارژر و UPS صنعتی و منابع تغذیه بدون وقفه AC / DC ، انواع مقاومت‌های الکتریکی صنعتی و سیستم‌های حفاظت کاتدیک و هم‌چنین خدمات مونتاژ بردهای الکترونیکی به روشSMD توسط ماشین‌آلات کاملاً اتوماتیک می‌پردازد.

شرکت آسیاتک الکتریک در تهران ، باقرشهر ، خیابان شهید دوست محمدی واقع شده است. شماره تماس شرکت ۵۵۵۳۳۰۰۰ می‌باشد. سایر راه‌های ارتباطی با شرکت در جدول ۱– ۱ آمده است.

جدول ۱– ۱– آدرس پست الکترونیک و وب‌سایت شرکت آسیاتک الکتریک

وب‌سایت	www.asiatak-co.com
پست الکترونیک	info@ asiatak-co.com

۱ - ۲ – رابطها با شرکت

در شرکت آسیاتک الکتریک مهندس هادی نظر مدیر بخش تضمین کیفیت ، هماهنگی‌های لازم را جهت آشنایی با شرکت و هم‌چنین فراهم آوردن محیطی برای انجام پژوهش‌های مورد نیاز پروژه فراهم آوردند و هم‌چنین در طی روند انجام پروژه سرپرست‌ها و کارگران خطوط تولید نهایت همکاری را به عمل آوردند.

۱–۳– تاریخچه شرکت آسیاتک الکتریک

شرکت آسیاتک الکتریک با بیش از ۲۵ سال تجربه و فعالیت ، اکنون یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان داخلی در زمینه صنعت محسوب می‌شود که با تولید انواع رله‌های الکترونیکی وارد عرصه صنعت گردید و رفته رفته با تولید انواع مقاومت‌های صنعتی ، حفاظت کاتدیک ، ترانسفورمرها و خدمات SMD حضور خود را در این عرصه گسترش داد .

شرکت آسیاتک الکتریک از سال ۱۳۶۵ فعالیت خود را در زمینه تولید تجهیزات برق ، الکترونیک وکنترل صنعتی آغاز نمود و طی سال‌های متمادی با تلاش وکار مستمر همواره در صف پیشگامان عرصه نوآوری و خودکفایی صنعتی کشور قرار داشته است.

در زیر مسیر زمانی تولید گروه‌های محصولات این شرکت و توضیح مختصری از آن‌ها شرح داده شده است.

۱ - رله‌های الکترونیکی شامل حفاظتی ، زمانی ، مونیتورینگ و ابزار دقیق که از قدیمی‌ترین محصول شرکت آسیاتک الکترونیک است که هم‌اکنون به تولید انواع رله در طبقه‌بندی‌های تایمرها ، کنترل فاز ، کنترل بار و ... می‌پردازد.

۲ - تولید سیستم‌های حفاظت کاتدیک که بر اساس سیستم‌های گالوانیک و سیستم‌های تزریق جریان در سال ۱۳۷۱ شروع به کار نمود. مصارف اصلی این محصول در صنایع پتروشیمی ، نفت و گاز و صنایع آب و برق به منظور جلوگیری از خوردگی و افزایش طول عمر تجهیزات آن‌ها می‌باشد. سیستم‌های حفاظت کاتدیک شامل طراحی، تولید و تأمین تجهیزات و اجرای سیستم‌های حفاظت کاتدیک (پیمانکار EPC حفاظت

کاتدیک) ، که لیست محصولات تولیدی شرکت در این زمینه شامل انواع ترانسفورمرکتیفایر ، آندهای فداشونده و تزریق جریان و انواع باکس‌ها می‌باشد.

۳ – شرکت آسیاتک الکتریک با بهره‌گیری ار فناوری جدید در سال ۱۳۷۵ سیستم کنترل دور خود دراختیار صنایع مختلف کشور از قبیل صنایع شیمیایی ، نساجی ، صنعت سیمان ، صنایع وابسته به سیم و کابل ، کاشی و سرامیک ، صنایع دقیق نظیر تسترهای مختلف سیستم‌ها قرار داده است. محصولات تولید آسیاتک الکتریک در زمینه کنترل دور موتورهای صنعتی ، انواع کنترل دورهای AC می‌باشد.

کنترل دور موتور در واردی از جمله پمپ‌های شناور ، آسیاب و بک فیلتر ، دستگاه‌های ریسندگی و بافندگی ، تستر قطعات تولیدی در صنایع مختلف ، میکسرها و همزن‌ها ، دستگاه‌های مختلف برش و ساب و پرداخت ، انواع بانسرها ، پمپ‌های سانتریفیوژ و پیستونی ، دستگاه‌های نورد و رول فرمینگ و انواع کانوایرها به کار برده می‌شود.

۴ – باطری شارژرهای صنعتی و منابع تغذیه DC در سال ۱۳۷۷ برای کاربردهای مختلف در صنعت و به خصوص صنایع نفت و گاز طراحی و ساخته شد. شرکت آسیاتک الکترونیک مفتخر است که قابلیت تولید انواع باتری شارژرهای صنعتی مطابق با نیاز مشتری با انواع ورودی تکفاز و سه فاز و نیز انواع خروجی را دارد.

۵ – از دیگر شاخه های طبقه‌بندی محصولات آسیاتک الکترونیک انواع دستگاه‌های مقاومت اتصال زمین NER می‌باشند که در جهت جلوگیری از خسارت ناشی از تخلیه نول نیروگاه‌ها در سال ۱۳۷۹ به مرحله بهره‌برداری رسید. مقاومت‌های الکتریکی صنعتی شامل مقاومت اتصال زمین ، مقاومت ترکیبی با ترانس اتصال زمین ، بانک بار مجازی ، مقاومت راه‌انداز و کنترل الکتروموتور ، مقاومت ترمز دینامیکی ، بانک بار ، مقاومت‌های شارژ و دشارژ ، هیترهای صنعتی و مقاومت‌های متغیر .

۶ – آخرین سری از محصولات آسیاتک الکترونیک که از سال ۱۳۸۵ تولید آن آغاز شد ، خدمات مونتاژ بردهای الکترونیکی به روش SMD است.

۱–۴ – گواهینامه‌ها

از همان ابتدای فعالیت شرکت در زمینه تولید قطعات الکترونیکی ، نیاز به استقرار یک نظام کیفیت جامع و بهره‌ور بسیار مبرم و ضروری می‌نمود، لذا به سرعت اقدامات لازم جهت ایجاد سیستم کیفیت انجام

گرفت. اکنون این شرکت با تجربه سال‌ها فعالیت و بهره‌گیری از مهندسین و پرسنل مجرب ، محصولات خود را با کیفیت و استاندارد جهانی وارد بازار می نماید. مدیریت شرکت آسیاتک الکترونیک جهت افزایش توانایی‌ها و استفاده بهینه از موقعیت‌ها در راستای رضایت مشتریان اقدام به ایجاد نظام مدیریت کیفیت بر اساس استاندارد مدیریتی ISO9001:2008 نموده است و خط مشی خود را به شرح زیر اعلام می دارد.

- درک خواسته‌های مشتریان با هدف جلب رضایت بیش از پیش آن‌ها.
- توجه به منابع انسانی و ارتقاء آن‌ها از طریق آموزش
- تولید محصول با دوام با کمترین هزینه.
- طراحی محصولات جدید متناسب با نیازهای مشتریان.
- ورود به بازارهای جهانی با صادرات

شرکت آسیاتک الکتریک در سال ۱۳۸۰ موفق به اخذ گواهینامه استاندارد مدیریت کیفیت ISO 9001 در زمینه طراحی و تولید تجهیزات از شرکت DQS آلمان گردید. هم‌چنین این شرکت با استقرار سیستم مدیریت کیفیت، دارای گواهینامه‌های ISO 14001& OHSAS 18001 در خصوص طراحی و تولید و خدمات پس از فروش کلیه محصولات از شرکت DQS آلمان می‌باشد.

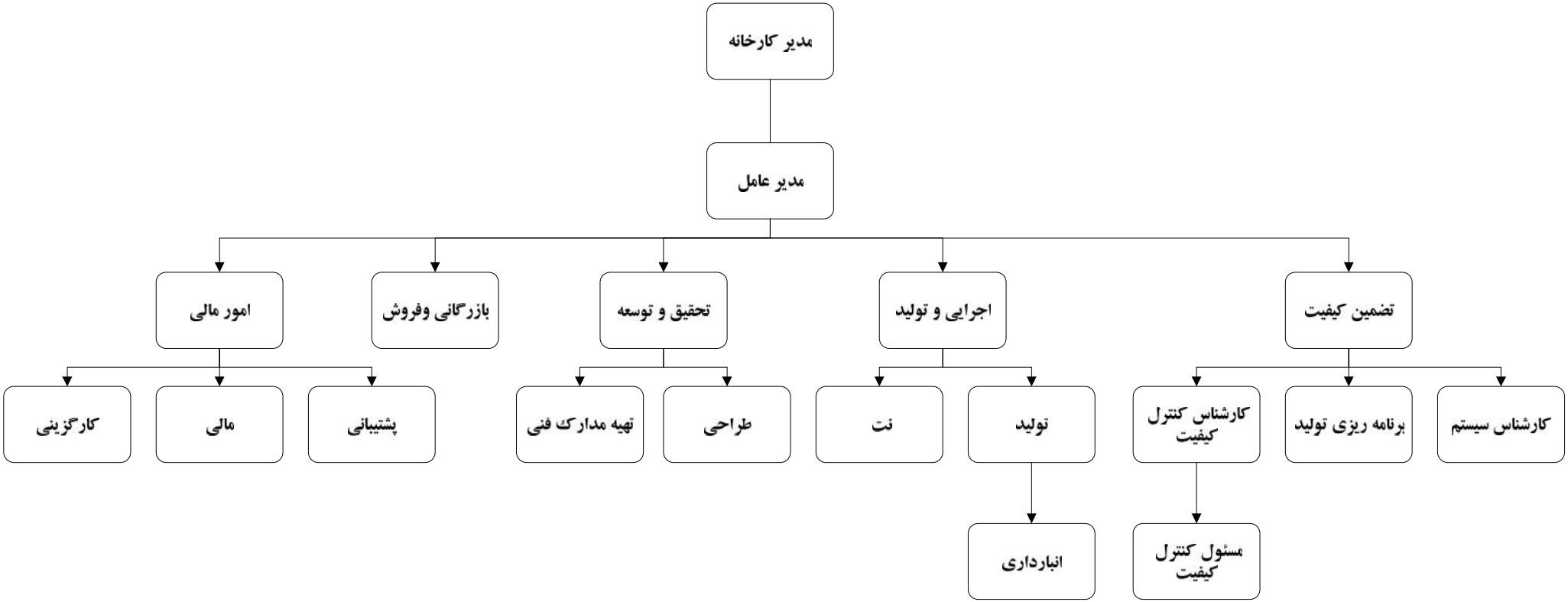
شرکت آسیاتک الکتریک دارنده گواهینامه مدیریت جامع IMS از شرکت DQS آلمان می‌باشد.

۱ – ۵ – چارت سازمانی

تقسیم‌بندی تعداد کارکنان شرکت نسبت به سطح تحصیلات در سال ۱۳۸۸ در جدول ۱– ۲ آمده است.در شکل ۱–۱ نیز چارت سازمانی شرکت ترسیم شده است.

جدول ۱–۲– نسبت تعداد کارکنان به سطح تحصیلات در سال ۸۸

فوق لیسانس و بالاتر	لیسانس	دیپلم و زیر دیپلم
۱۰	۶۵	۲۰



تصویر ۱ – ۱- چارت سازمانی شرکت آسیاتک الکتریک

فصل دوم

در این فصل به مقدمه‌ای از برنامه‌ریزی تولید، انواع فرآیندهای تولید، چیدمان‌های تولید و مقدمات برنامه‌ریزی تولید می‌پردازیم

۲– ۱ – مقدمه‌ای بر مدیریت تولید

تولید همواره در شرف تغییر بوده است. این تغییر از تولید دستی به تولید انبوه[۱] ، سپس به تولید ناب[۲] و در عصر حاضر به تولید چابک[۳] در حال گذار است.

در طول تاریخ تاکنون چهار دوره تولیدی وجود داشته است که همان‌طورکه ذکر شد ، دوره اول تولیددستی بوده است. تولید بسیار پایین ، کیفیت پایین محصولات ، وجود کارگران ماهر ،وجود ماشین‌های چند منظوره ، سیستم تولید گارگاهی ، وجود سازماندهی غیر متمرکز و قیمت بالای محصولات از ویژگی‌های این دوره است.[۲]

دوره دوم ، دوره تولید انبوه هنری فورد بوده است که می‌توان خط مونتاژ متحرک ، قابلیت تعویض کامل قطعات ، کاهش زمان چرخه‌کاری ، کاهش زمان راه‌اندازی ماشین‌آلات ، تعویض‌پذیری کارگران و خلق افراد جدیدی مانند تعمیرکاران و منهدسان صنایع را به عنوان وبژگی‌های اساسی آن نام برد. [۲]

دوره سوم پاردایم تولید ناب (سیستم تولید تویوتا) بود که بنیان‌گذار و مغز متفکر آن تاییچی اوهنو بود. پارادایم تولید ناب به معنای حذف هر نوع فعالیت بدون ارزش افزوده می‌باشد. تولیدناب اصولی دارد که

1-Mass Production
2- Lean Production
3- Agile Production

عبارتند از حذف ضایعات ، عیوب صفر ، تیم‌های چند منظوره کاهش لایه‌های سازمانی ، رهبری تیمی ، بهبود مستمر و سیستم کششی . [۲]

دوره چهارم ، تولید چابک (AM) است که هدف آن اغنای مشتری ، اهرمی کردن اثر اطلاعات و افراد ، تسلط بر تغییرات و عدم اطمینان و افزایش رقابت‌پذیری از طریق همکاری می‌باشد.[۲]

۲-۲- انواع فرآیندهای تولید

فرآیندها اساس مدیریت را تشکیل داده و ورودی‌ها را به خروجی تبدیل می‌کنند. توانایی انجام کارها با فرآیندهای صحیح ، بیشتر از تکنولوژی و محصول ، مزایایی رقابتی برای شرکت به همراه دارد. راهبرد فرآیند، روش کاری سازمان را جهت تولید فیزیکی کالاها و خدمات را مشخص می‌کند.

چهار نوع فرآیند تولید عبارتند از:

- تولید پروژه‌ای

پروژه‌ها یک محصول خاص را به یک مشتری ویژه ارائه می‌دهند. پروژه‌ها معمولاً به پول و زمان نسبتاً زیادی نیاز دارند. به این دلایل ، مشتریان آن‌ها محدود هستند و به علاوه مشتریان به صورت جدی در فرآیند تولید نقش دارند. مشتریان به میزان زیادی در طراحی محصول مشارکت داشته و حتی ممکن است خود مشتری چگونگی انجام بعضی فرآیندها را معین کند. بعضی اوقات مشتری در محل کار نماینده‌ای دارد که فرآیند تولید را کنترل کرده وکیفیت مراحل حیاتی توسعه پروژه را تأیید نماید.[۲۴]

- تولید دسته‌ای

سیستم تولید که فرآیندهایش در گروه‌های کوچک و یا دسته‌ای تقسیم شده ، تولید دسته‌ای نام دارد. تولید دسته‌ای توسط ویژگی‌هایی مثل تقاضای متغیر ، جریان‌های تولید کوتاه‌مدت با تنوع وسیع محصولات و پایین بودن کمیت تولید هر یک از محصولات سفارش داده شده مشخص می‌شوند. هم‌چنین عملیات در تولید دسته‌ای بیشتر شامل ساختن است تا مونتاژ قطعات. در این سیستم قطعات برمبنای نیازمندی‌های فرآیندهایشان به بخش‌های مختلف منتقل می‌شوند.[۲۴]

- تولیدانبوه

در یک بازار انبوه محصولات ساخته می‌شوند تا به انبار روند ؛ تقاضا ثابت و حجم آن بالاست و به دلیل اندازه و ثبات تقاضا ، سیستم تولیدی می‌تواند تجهیزات را به تولید محصول ویژه‌ای اختصاص دهد.در نتیجه این سیستم نیاز به سرمایه بالا، تکرارپذیری زیاد ، تجهیزات ویژه و مهارت‌های انسانی محدود دارد.تولید انبوه معمولاً با خطوط جریان و یا خطوط مونتاژ ارتباط دارد.[۲۴]

خط جریان حرکت یک محصول از از یک جایگاه کاری به جایگاه کاری بعد به ترتیب نیازمندی‌های پردازش یک محصول خاص است.خط مونتاژ هم روشی را توصیف می‌کند که درآن تولید انبوه طوری طراحی می‌شود که در آن بیشتر عملیاتش مونتاژ قطعات در امتداد یک خط تولید است.

- تولید مستمر

فرآیند تولید مستمر برای محصولات با حجم خیلی زیاد و استاندارد بالا استفاده می‌شود. مزایای این سیستم کاری ، سهولت کنترل و ظرفیت تولید بسیار بالای آن است. معایب آن شامل سرمایه‌گذاری عمده روی زمین و تجهیزات ، محدود بودن تنوع عناصری که می‌توانند پردازش شوند ، ناتوانی در انطباق با تغییرات حجم و هزینه بالا اصلاح اشتباهات تولید و مشکل به روز نگه‌داشتن فرآیند با تکنولوژی جدید می‌باشد.

همان‌طور که از تولید پروژه‌ای به سمت تولید مستمر پیش می‌رویم ، سیستم‌ها خودکارتر و سرمایه‌برتر شده و به علاوه انعطاف‌پذیری و مشارکت مشتری کاهش می‌یابد.[۲۴]

۲-۳- بررسی چیدمان محیط تولید

بر اساس ماهیت محصول ، محیط‌های تولیدی به چهار دسته قابل تفکیک هستند.

➢ استقرار کارگاهی یا فرآیندی[1]

دپارتمان‌ها شامل ماشین‌آلاتی با قابلیت‌های مشابهی هستند که عملکردهای یکسانی را انجام می‌دهند.

مزایای استقرار کارگاهی به شرح زیر است.[۲۵]

- ✓ استفاده از ماشین‌آلات به طور موثر در حجم تولید کم
- ✓ سرمایه‌گذاری کم بر روی ماشین‌آلات
- ✓ توقف یک ماشین موجب توقف خط نمی‌شود.
- ✓ اتعطاف‌پذیری بالا در تخصیص کار به ماشین و امکان تولید محصولات مختلف
- ✓ آموزش نیروی انسانی
- ✓ گسترش کارخانه با هزینه کمتر
- ✓ انعطاف‌پذیری در مورد زمان تولید هر محصول و میزان کل تولید
- ✓ کاهش تأثیر بر روی تغییر و تعداد ماشین آلات

➢ استقرار محصولی[2]

ماشین‌آلات به گونه‌ای قرار می‌گیرند که مواد از ابتدای خط وارد فرآیند شده و با تکمیل فرآوری در آخرین دستگاه ، مواد خام به محصول نهایی تبدیل شده است. [۲۵]

مزایای استقرار محصولی به شرح زیر است.

- ✓ کاهش حجم مواد در جریان ساخت
- ✓ کاهش حمل و نقل

1- Process layout
2- Product Layout

- ✓ سادگی نظارت و برنامه‌ریزی
- ✓ عدم نیاز به کارگر ماهر
- ✓ استفاده بهتر از فضای تولیدی
- ✓ کاهش زمان راه‌اندازی
- ✓ افزایش میزان بهره‌گیری از ماشین در حجم تولید زیاد
- ✓ کاهش بیکاری پرسنل
- ✓ پایین بودن هزینه متغیر تولید

➢ استقرار ثابت[1]

در این نوع استقرار محصول ثابت بوده و عوامل تولیدی جهت تکمیل محصول بر اساس یک برنامه مشخص بکار گرفته شده و جابجا می‌شوند. [۲۵]

از مزایای استقرار ثابت می‌توان به موارد زیر نام برد.

- ✓ بالا بودن انعطاف‌پذیری و امکان ایجاد تغییر در طرح محصول
- ✓ پایین بودن هزینه حمل و نقل
- ✓ پایین بودن زمانبندی و اجرا

1- Fixed Layout

➢ فن آوری گروهی [1]

یک نوع فلسفه تولید است که در آن قطعات مشابه گروه‌بندی می‌شوند تا از مزایای تشابه آن‌ها در طراحی و تولید استفاده گردد. به این گروه‌ها خانواده قطعات [2] گفته می‌شود. [۲۵]

۲-۴- مقدمات برنامه‌ریزی تولید

برنامه‌ریزی تولید فرآیند تصمیم‌گیری در مورد منابعی است که سازمان برای عملیات تولید آینده‌اش به آن‌ها نیاز دارد و هم‌چنین تخصیص منابع جهت تولید محصول مورد نظر در تعداد مورد نیاز و با کمترین هزینه صورت گیرد.

۲-۴-۱- برنامه‌ریزی ادغامی

برنامه‌ریزی تولید ادغامی گونه‌ای از برنامه‌ریزی میان‌مدت در سیستم تولیدی می‌باشد که برنامه تولید بهینه برای هر دوره از افق برنامه‌ریزی را در بازه میان‌مدت تعیین می‌کند. هدف اصلی برنامه‌ریزی تولید ادغامی مواجهه با نوسانات تقاضا در آینده نزدیک می‌باشد.[۲]

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.

برنامه ریزی تولید ادغامی در واقع فرآیند برنامه‌ریزی و کنترل وجوه مختلف کل فعالیت های تولید به منظور برآوردن تقاضای مشتریان کارخانه است. با فرض داشتن پیش‌بینی تقاضا ، ظرفیت ماشین‌آلات، سطح موجودی ها ، سطوح نیروی انسانی و امکانات قرارداد های جنبی ، مدیریت کارخانه باید درمورد سرعت تولید در یک دوره برنامه‌ریزی میان مدت نظیر ۳ تا ۱۸ ماه تصمیم‌گیری کند. [۲]

1- Group Technology
2- Part Family

۲-۴-۲- زمانبندی اصلی تولید [1]

زمانبندی اصلی تولید (MPS) مشخص می‌کند که شرکت باید چه قطعات و محصولاتی را و به چه میزان و برای چه زمانی تولید کند. برنامه میان‌مدت تولید یا تجمیعی نیز برنامه مشابهی به صورت ماهانه و یا چهار ماهه برای خط تولید به دست می‌دهد که در این پروژه نیز از این روش استفاده می‌شود و در فصل‌های آتی بیشتر درباره آن خواهیم گفت.[۱]

MPS صورت یا بیانی است از آنچه که شرکت قصد دارد تولید کند. به عبارت دیگر MPS یک برنامه زمانبندی شده بر حسب مقدار و موعد تحویل برای اقلام سطح بالاست. اقلام سطح بالا ممکن است همان محصولات نهایی و یا یک پیکره‌بندی واقعی یا تصنعی از مواد در سطح دلخواه باشند. بدیهی است پیکره‌بندی تصنعی مذکور تنها به خاطر طراحی سر برنامه ایجاد می‌شود. [۱]

MPS معمولاً به صورت روزانه یا هفتگی ارائه می‌شود و یا تا چند ماه وسعت می‌یابد. زمان کل تولید یک محصول زمان تجمعی تأخیر ساخت نامیده می‌شود.

موارد زیر باید با توجه به مقادیر موجود در MPS درنظر گرفته شود.

MPS مقادیر اطلاعات تولید را به ما می‌دهد و نه تقاضا را.

مقادیر ممکن است ترکیبی از سفارشات مشتری و پیش‌بینی تقاضا باشند.به این صورت که مقادیر دوره‌های زمانی نزدیکتر ، معتبرترند در حالی که مقادیر پیش‌بینی شده آینده ، قبل از تکمیل برنامه ممکن است چندین بار مورد تجدید نظر قرار بگیرند.

مقادیر MPS معین می‌کند که چه چیز باید تولید شود ، نه چه چیز می‌تواند تولید شود. چون MRP به منابع (مواد) خاص توجه می‌کند ، امکان‌پذیری MPS نمی‌تواند تضمین گردد. بدین ترتیب سیستم MRP اغلب برای شبیه‌سازی استفاده می‌شود تا بررسی کند که آیا MPS شدنی است یا خیر؟ و یا اثبات می‌کند که سفارش خاصی می‌تواند تا زمان اعلام شده به مشتری کامل شود یا خیر؟ [۲]

1- Master Production Schedule

۲-۴-۳- برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز(MRP)[1]

پس ازآماده شدن MPS ، سیستم MRP برای تعیین اینکه کدام جزء باید زمانبندی شود، به پرونده ساختار محصول نیاز دارد. ساختار محصول شامل یک لیست از قطعات برای هر محصول تولید می‌باشد که علاوه بر نشان دادن اجزاءیی که در یک مصول به کار رفته ، توضیحات مختصری برای هر جزء ، زمان و تعداد ارائه می‌نماید.[۲]

MRP اولین سیستم موجودی بود که امکان استفاده متفاوت از اجزاء ، قطعات ، مواد اولیه و کالاهای ساخته شده را مطرح کرد. در فرایند برنامه‌ریزی سطوح موجودی برای انواع مختلف کالا ، سیستم MRP مواردی مثل فعالیت خرید (مواد خام و قطعات) ، فعالیت‌های تولید (قطعات تشکیل‌دهنده و مونتاژ) و زمانبندی ارسال کالاهای ساخته شده را نیز در بر می‌گیرد. به این ترتیب سیستم MRP چیزی بیش از یک سیستم کنترل موجودی است و به یک سیستم زمانبندی تولید هم تبدیل می‌شود . [۴]

مدیریت موجودی قطعات با مدیریت موجودی کالای ساخته شده متفاوت است. در مدیریت موجودی قطعات لزومی به پیش‌بینی تقاضای اجزاءی تشکیل‌دهنده نیست بلکه از روی تعداد کالاهای ساخته شده مورد تقاضا قابل محاسبه می‌باشد. فرق دیگر کالاهای ساخته شده و قطعات ، تداوم تقاضای آن‌هاست. درگذشته سیستم‌های موجودی طوری طراحی می‌شدند که مقداری موجودی هم در جریان وجود داشته باشد تا تقاضای روزانه براورده شود. اما درمورد قطعات ، تقاضا لزوما به صورت مستمر نیست. [۲]

موجودی بیش از اندازه ، فضا را اشغال می‌کند و سرمایه را راکد نگه می‌دارد. از سوی دیگر منابع اضافی ، محاسبات ، نگهداری ، مرتب کردن و جابه‌جایی می‌طلبد. MRP برای صنایعی که محصولات پیچیده تولید می‌کنند و نیاز به هماهنگی بین اجزاء دارند ، بسیار سودمند می‌باشد. یک محصول پیچیده ممکن است صدها جز ، قطعه و سطوح مونتاژ داشته باشد. این سسیستم تلاش می‌کند تا اطمینان دهد که اجزاء چندگانه مونتاژ ، در زمان لازم آماده باشند و بتوانند مونتاژ شوند. [۲]

محصول با ساختار ساده ، نیازی به سیستم برنامه‌ریزی و کنترل موجودی ندارد. زمانی که محیط تولیدی نامشخص و پیچیده است، برتری‌های MRP بیشتر مشهود می‌گردد. محیط‌های تولید که در آن‌ها سفارشات

1- Material Requirement Planning

مشتری نامنظم است، هر کاری در سیستم مسیر خاص خود را طی می‌کند ، زمان‌های ساخت نامشخص است و تاریخ‌های سررسید سفارشات متفاوت می‌باشند، به یک سیستم اطلاعاتی همانند MRP نیاز دارند تا کارهای مختلف را پیگری و زمانبندی آن‌ها را هماهنگ کند.

منظور از برنامه مواد (MRP) آن است که با توجه به برنامه تولید ، قطعات و موادی را که در حصول یا محصولات کارخانه به کار می‌رود به موقع و به اندازه مطلوب در اختیار کارگاه‌های مختلف قرار داده تا از یک طرف تداوم تولید حفظ و از طرف دیگر از انبار کردن بیش از اندازه مواد اولیه جلوگیری شود . به عبارت دیگر برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز MRP روشی است که با یک پیش‌بینی برای تقاضای مستقل محصول ساخته شده شروع می شود و وابستگی تقاضا را به موارد ذیل تعیین می‌کند .[۲]

۱ – انواع اجزای مورد نیاز

۲ – نیازهای کمی دقیق

۳ – زمانبندی سفارشات جهت تأمین یک برنامه تولید

فصل سوم

سیستم برنامه‌ریزی تولید شرکت آسیاتک الکتریک

محصولات تولیدی شرکت آسیاتک الکتریک ، از لحاظ سیستم برنامه‌ریزی تولید به دو گروه قابل تفکیک است. گروه اول آن دسته از محصولاتی هستند که دارای برنامه تولید روتین هستند؛ به این معنا که این محصولات دارای روند تولید مشخص بوده و با توجه به استراتژی‌های شرکت در نوسانات تقاضا، میزان تولید را برنامه‌ریزی می‌کنند. اما گروه دوم محصولاتی را شامل می‌شوندکه کاملاً به سفارش مشتری وابسته هستند؛ تا آنجا که این وابستگی ، طراحی محصول را نیز در بر می‌گیرد.

برای بررسی این دو گروه ، در بخش اول به معرفی رله‌های الکتریکی به عنوان نماینده گروه اول محصولات می‌پردازیم.

در بخش دوم این فصل نیز برای گروه دوم ، محصولات مونتاژ SMD را در نظر می‌گیریم.

فصل سوم

بخش اول

در این قسمت به معرفی رله‌های الکتریکی و انواع تولیدی این محصول توسط شرکت آسیاتک الکترونیک پرداخته می‌شود.هم‌چنین نمودار فرآیند عملیات این محصول نیز ذکر شده است.

۳-۱-۱- مقدمه‌ای درباره رله‌های الکتریکی

رله نوعی کلید الکتریکی است که با هدایت یک مدار الکتریکی دیگر باز و بسته می‌شود؛که در سال ۱۸۳۵ توسط جوزف هنری اختراع شد. از آنجا که رله می‌تواند جریانی قوی‌تر از جریان ورودی را هدایت کند، به معنی وسیع‌تر می‌توان آن را نوعی تقویت‌کننده دانست. رله‌ها به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند ازجمله رله‌های حفاظتی و رله‌های زمانی .[۱۶]

معمولاً هر رله دارای کنتاکت‌هایی است که در شرایط عادی (تحریک نشده) باز یا بسته‌اند. زمانی که رله عمل می‌کند کنتاکت‌های باز آن ، بسته و کنتاکت‌های بسته‌ی آن ، باز می‌شود. به این ترتیب می‌توان با استفاده از این کنتاکت‌ها مداری را قطع و یا وصل کرد.

۳-۱-۱-۱- رله‌های حفاظتی

حفاظت الکتریکی یکی از مهم‌ترین مسائل در صنعت برق می‌باشد. از ابتدای پیدایش این صنعت مساله تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی همواره با خطاهای احتمالی و مساله قابلیت اطمینان همراه بوده است. به این معنی که تجهیزات گران‌قیمتی مانند ژنراتور، ترانسفوماتورهای قدرت و خطوط انتقال باید در مقابل انواع

خطاهای احتمالی مورد حفاظت قرار گیرد تا هم این سرمایه‌های با ارزش حفظ شوند و هم انرژی الکتریکی با قابلیت اطمینان بیشتری به مصرف‌کننده برسد.[۱۷]

این حفاظت‌ها می‌تواند در مورد کمیت‌های مختلف الکتریکی نظیر جریان، ولتاژ، توان، فرکانس و امپدانس انجام شود. رله‌های حفاظتی وظیفه نظارت بر این کمیت‌ها را دارند و در صورت نیاز باعث قطع واحد مورد حفاظت(تریپ) می‌شوند.

رله‌های حفاظتی دستگاه‌هایی هستند که خطا یا شرایط غیر نرمال را در سیستم تشخیص می‌دهند. در این رله‌ها اگر گشتاور تولید شده توسط ورودی، غالب بر گشتاور تولید شده از قبل و ذخیره شده در فنر باشد، بخش متحرک رله عمل خواهد کرد و باعث تولید سیگنال خروجی می‌شود .[۱۷]

۳-۱-۱-۲- رله های زمانی

رله زمانی کلیدی است که پس از دریافت فرمان بر اساس تنظیمی که روی آن صورت گر فته پس از مدت زمانی عمل می‌کند و کنتاکت‌های داخلی بسته آن ، باز و کنتاکت‌های باز، بسته می شوند. رله های زمانی را تحت عنوان تایمر می‌شناسند.[۱۸]

تایمرها انواع مختلفی دارند که عبارت اند از:

۱- تایمر موتوری

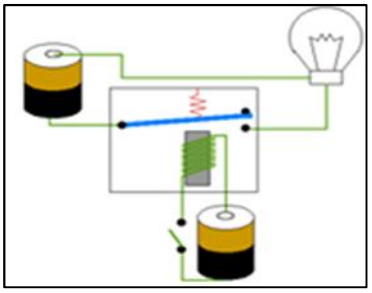
۲- تایمر الکترونیکی

۳- تایمر بادی

رله‌های زمانی در انواع مختلف و با ساختمان‌های گوناگونی ساخته می‌شوند. در گذشته برای اینکه تعدادی لامپ را از چند نقطه روشن و خاموش کنند از کلید تبدیل استفاده می‌کردند ، در راهروهای طویل و دارای خروجی‌های متعدد و یا در راه‌پله‌ی ساختمان‌های چندین طبقه . اما امروزه در چنین مواردی از نوعی رله‌ی زمانی استفاده می‌شود که به آن " رله‌ی راه‌پله " می‌گویند.[۱۸]

در مدار روشنایی راه‌پله با رله‌ی زمانی، با فشار به یک شستی که به جای کلید به کار گرفته شده است، رله شروع به کار می‌کند و لامپ‌های راه‌پله روشن می‌شوند و پس از گذشت زمان معینی خاموش می‌شوند. بر

روی رله‌های راه‌پله معمولاً دکمه‌ای وجود دارد که سه حالت خاموش، روشن دائم و روشن زمانی توسط آن انتخاب می‌شود .شکل ۳-۱-۱ به طور شماتیک طرز کار تایمر راه‌پله را نشان می‌دهد.[۱۶]



شکل ۳-۱-۱- نمای شماتیک رله راه‌پله

در اینجا به معرفی نوع تایمر الکترومکانیکی یا موتوری اکتفا می‌کنیم.

این نوع تایمر از یک موتور کوچک با قطب چاک‌دار تشکیل شده است که از طریق چرخ‌دنده یک دیسک را در مقابل میکروسوئیچ می‌چرخاند.[۱۹]

محل دیسک در لحظه شروع بکار، قابل تنظیم است و پس از تنظیم زمان آن (توسط زائده خارجی) و تغذیه تایمر ، موتور با دور ثابت به گردش در می‌آید و با گردش موتور ، زمان تایمر شروع می‌شود. پس از گردش ، به علت برخورد با زائده دیسک متوقف می‌شود و به میکروسوئیچ داخلی فرمان می‌دهد و کنتاکت‌های تایمر عمل می‌کنند و بطور اتوماتیک قطع می‌شوند و موتور از کار می‌افتد. زمان وصل این رله‌ها از دهم ثانیه تا بطور دائم قابل تنظیم است.[۱۹]

۳– ۱– ۲– معرفی محصولات واحد رله‌های الکترونیکی

حال به معرفی تعدادی از رله‌های تولیدی شرکت آسیاتک الکتریک می‌پردازیم.

۱) رله کاهش جریان

از جمله ویژگی‌های این رله‌ها عبارتند از:

- تشخیص کاهش جریان
- تنظیم محدوده جریان قابل تنظیم از ۵٪ تا ۱۰۰٪ حد جریان
- زمان تأخیر در قطع رله قابل تنظیم از ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه
- دارای دو سیگنال نمایشگر

هنگامی که ولتاژ تغذیه به ترمینال‌های A1 و A2 و جریان نمونه ورودی به ترمینال‌های K و L وصل شده باشند و جریان در حد مجاز باشد، رله داخلی دستگاه وصل خواهد بود.

در صورتی که جریان نمونه ورودی از حد تنظیم شده توسط دسته CURR کمتر باشد، دستگاه زمانسنجی را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان تنظیم شده توسط دسته DELAY سیگنال FAULT روشن شده و رله داخلی دستگاه قطع می‌گردد.

در صورتی‌که در طی زمان تنظیمی فوق ، جریان نمونه ورودی تا حد مجاز افزایش یابد ، رله بدون تغییر باقی می‌ماند.

پس از روشن شدن سیگنال FAULT ، در صورتی که جریان نمونه ورودی تا حد مجاز افزایش یابد، سیگنال FAULT خاموش شده و رله داخلی دستگاه وصل می‌شود.

در صورتی که ترمینال‌های J از هم باز باشند، پس از هر بار خطا و برطرف شدن آن دستگاه بصورت اتوماتیک راه‌اندازی می‌شود. در صورتی که ترمینال‌های J به هم وصل شوند ، پس از هر بار خطا و برطرف شدن آن دستگاه باید توسط شستی RESET راه‌اندازی مجدد شود. توسط دسته تنظیم تایمر DELAY مدت زمان تأخیر در قطع رله داخلی دستگاه تعیین می‌شود. این زمان از ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه قابل تنظیم است.

مشخصات فنی این رله به شرح زیر است.

- ولتاژ تغذیه: ۲۲۰ ولت متناوب
- فرکانس شبکه: ۵۰ یا ۶۰ هرتز
- تلفات داخلی: حدود ۳ وات
- حد جریان: ۵ آمپر AC و برای جریان‌های بالاتر با استفاده از ترانس جریان
- محدوده جریان: ۵٪ تا ۱۰۰٪ حد جریان، قابل تنظیم توسط دسته CURR
- تأخیر در قطع: ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه، قابل تنظیم توسط دسته DELAY
- رله خروجی: یک کنتاکت C/O
- جریان کنتاکت: ۶ آمپر، ۲۲۰ ولت متناوب- ۶ آمپر، ۲۸ ولت مستقیم
- نوع نصب: در کلیه جهات

۲) رله کاهش ولتاژ

از جمله ویژگی‌های این رله‌ها عبارتند از:

- تشخیص کاهش ولتاژ
- تنظیم محدوده ولتاژ قابل تنظیم از ۵٪ تا ۱۰۰٪ حد ولتاژ
- زمان تأخیر در قطع رله قابل تنظیم از ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه
- دارای دو سیگنال نمایشگر

هنگامی که ولتاژ تغذیه به ترمینال‌های A1 و A2 و ولتاژ نمونه ورودی به ترمینال‌های U و V وصل شده باشند و ولتاژ در حد مجاز باشد ، رله داخلی دستگاه وصل خواهد بود.

در صورتی که ولتاژ نمونه ورودی ا ز حد تنظیم شده توسط دسته VOLT کمتر باشد، دستگاه زمانسنجی را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان تنظیم شده توسط دستهDELAY سیگنال FAULT روشن شده و رله داخلی دستگاه قطع می‌گردد.

در صورتی که در طی مدت زمان تنظیمی فوق ، ولتاژ نمونه ورودی تا حد مجاز افزایش یابد ، رله بدون تغییر باقی می‌ماند.

توسط دسته تنظیم ولتاژ VOLT ، حدی که ولتاژ نمونه ورودی نباید از آن کمتر شود، تعیین می‌گردد. این مقدار از ۵٪ تا۱۰۰٪ حد ولتاژ قابل تنظیم است.توسط دسته تنظیم تایمر DELAY مدت زمان تأخیر در قطع رله داخلی دستگاه تعیین می‌شود. این زمان از ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه قابل تنظیم است.

مشخصات فنی محصول به شرح زیر است.

- ولتاژ تغذیه: ۲۲۰ ولت متناوب
- فرکانس شبکه: ۵۰ یا ۶۰ هرتز
- تلفات داخلی: حدود ۳ وات
- محدوده ولتاژ: ۵٪ تا۱۰۰٪ حد ولتاژ، قابل تنظیم توسط دستهVOLT.
- تأخیر در قطع: ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه قابل تنظیم توسط دسته DELAY
- رله خروجی: یک کنتاکت C/O
- جریان کنتاکت: ۶ آمپر،۲۲۰ ولت متناوب- ۶ آمپر، ۲۸ ولت مستقیم
- نوع نصب: در کلیه جهات

۳) رله افزایش جریان

از جمله ویژگی‌های این نوع از رله‌ها می‌توان موارد زیر را نام برد.

- تشخیص افزایش جریان
- تنظیم محدوده جریان قابل تنظیم از ۲۰٪ تا ۱۲۰٪ حد جریان
- زمان تأخیر در قطع رله قابل تنظیم از ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه
- دارای دو سیگنال نمایشگر

هنگامی که ولتاژ تغذیه به ترمینال‌های A1 و A2 و جریان نمونه ورودی به ترمینال‌های K و L وصل شده باشند و جریان در حد مجاز باشد، رله داخلی دستگاه وصل خواهد بود. سیگنال PWR روشن و سیگنال FAULT خاموش خواهد بود.

در صورتی که جریان نمونه ورودی از حد تنظیم شده توسط دسته CURR بیشتر باشد، دستگاه زمانسنجی را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان تنظیم شده توسط دسته DELAY سیگنال FAULT روشن شده و رله داخلی دستگاه قطع می‌گردد.

در صورتی که در طی زمان تنظیمی فوق، جریان نمونه ورودی تا حد مجاز کاهش یابد، رله بدون تغییر باقی می‌ماند.

پس از روشن شدن سیگنال FAULT ، در صورتی که جریان نمونه ورودی تا حد مجاز کاهش یابد، سیگنال FAULT خاموش شده و رله داخلی دستگاه وصل می‌شود .

مشخصات فنی رله افزایش جریان به شرح زیر است.

- ولتاژ تغذیه: ۲۲۰ ولت متناوب
- فرکانس شبکه: ۵۰ یا ۶۰ هرتز
- تلفات داخلی: حدود ۳ وات

- حد جریان : ۵ آمپر AC و برای جریان‌های بالاتر با استفاده از ترانس جریان
- محدوده جریان : ۲۰٪ تا ۱۲۰٪ حد جریان، قابل تنظیم توسط دستهCURR
- تأخیر در قطع : ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه، قابل تنظیم توسط دسته DELAY
- رله خروجی : یک کنتاکت C/O

٤) رله افزایش ولتاژ

هنگامی که ولتاژ تغذیه به ترمینال‌هایA1 و A2 و ولتاژ نمونه ورودی به ترمینال‌های U و V وصل شده باشند و ولتاژ در حد مجاز باشد رله داخلی دستگاه وصل خواهد بود. سیگنال PWR روشن و سیگنال FAULT خاموش خواهد بود.

در صورتی که ولتاژ نمونه ورودی از حد تنظیم شده توسط دسته VOLT بیشتر باشد، دستگاه زمانسنجی را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان تنظیم شده توسط دسته DELAY سیگنال FAULT روشن شده و رله داخلی دستگاه قطع می‌گردد.

در صورتی که طی مدت زمان تنظیمی فوق ، ولتاژ نمونه ورودی تا حد مجاز کاهش یابد، رله بدون تغییر باقی می‌ماند.

پس از روشن شدن سیگنال FAULT ، در صورتی که ولتاژ نمونه ورودی تا حد مجاز کاهش یابد سیگنال FAULT خاموش شده و رله داخلی دستگاه وصل می‌شود.

مشخصات فنی رله افزایش ولتاژ به شرح زیر است.

- ولتاژ تغذیه: ۲۲۰ ولت متناوب
- فرکانس شبکه: ۵۰ یا ۶۰ هرتز
- تلفات داخلی: حدود ۳ وات
- محدوده ولتاژ: ۲۰٪ تا ۱۲۰٪ حد ولتاژ، قابل تنظیم توسط دسته .VOLT

- تأخیر در قطع: ۰/۱۵ تا ۱۰ ثانیه ، قابل تنظیم توسط دسته DELAY
- رله خروجی: یک کنتاکتC/O
- جریان کنتاکت: ۶ آمپر،۲۲۰ ولت متناوب- ۶ آمپر، ۲۸ ولت مستقیم
- نوع نصب: در کلیه جهات

۵) رله کنترل فاز

ویژگی‌های رله کنترل فاز عبارتند از:

- تشخیص تغییر توالی فاز
- تشخیص قطع یک فاز
- تشخیص عدم تقارن ولتاژ شبکه
- تشخیص کاهش ولتاژ شبکه
- قطع سریع در صورت بروز خطا
- قابلیت انتخاب زمان وصل پس از رفع خطا
- دارای سیگنال‌های نمایشگر خطاهای مختلف و حالت عادی

حفاظت الکتروموتور در مقابل اختلالات شبکه شامل قطع فاز ، جابجایی فاز ، افت ولتاژ بیش از حد مجاز ، عدم تقارن بیش از حد ولتاژ سه فاز ، شوک ناشی از قطع و وصل متوالی برق می‌باشد.

مشخصات فنی رله کنترل فاز به شرح زیر است.

- ولتاژ تغذیه : ۳۸۰ ولت متناوب چهار سیمه
- فرکانس شبکه : ۵۰ یا ۶۰ هرتز

- عدم تقارن ولتاژ سه فاز : ۵٪ تا ۱۵٪ قابل تنظیم توسط دسته ASY.V
- تأخیر در وصل 5/0 : تا ۳۰ ثانیه قابل تنظیم توسط دستهDELAY
- تلفات داخلی : حدود ۳ وات
- رله خروجی : یک کنتاکت C/O
- جریان کنتاکت : ۶ آمپر، ۲۲۰ ولت متناوب- ۶ آمپر، ۲۸ ولت مستقیم
- نوع نصب : در تمام جهات

٦) تایمر تأخیر در وصل

از جمله ویژگی‌های این رله‌ها به شرح زیر است.

- سنجش زمان پس از وصل برق
- قابلیت انتخاب زمان از ۵٪ تا ۱۰۰٪ رنج
- دارای نمایشگر وصل خروجی OUT

هم‌زمان با وصل شدن تغذیه به ترمینال‌هایA1 و A2 زمانسنجی آغاز می‌شود. پس از اتمام زمان انتخاب شده سیگنال OUT روشن شده و رله داخلی وصل می‌شود.

تا هنگامی که ولتاژ تغذیه وصل باشد و بیشتر از ۴۰٪ افت نکرده باشد، خروجی در همان وضعیت باقی می‌ماند.

پس از قطع برق سیگنال OUT خاموش شده و رله داخلی به وضعیت اولیه برمی‌گردد و آماده زمانسنجی مجدد است.

درصورتی که هنگام زمانسنجی برق قطع شود هیچ‌گونه تغییری در خروجی حاصل نمی‌گردد و پس از وصل مجدد برق، زمانسنجی از صفر آغاز می‌شود.

۷) تایمر تأخیر در قطع

از جمله ویژگی‌های تایمر تأخیر در قطع می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- زمانسنجی پس از قطع برق
- قابلیت انتخاب زمان از ۵٪ تا ۱۰۰٪ رنج

هم‌زمان با وصل شدن تغذیه به ترمینال‌های A1 و A2 رله داخلی دستگاه وصل شده و هم‌زمان سیگنال PWR روشن می‌شود.

پس از قطع ولتاژ تغذیه، سیگنال PWR خاموش شده و زمانسنجی آغاز می‌گردد. با اتمام زمان تنظیم شده رله داخلی قطع شده و دستگاه به شرایط عادی باز می‌گردد. حداقل زمان برقراری تغذیه برای زمانسنجی صحیح، ۵ ثانیه می‌باشد.

از مشخصات فنی تایمر تأخیر در قطع می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- فرکانس شبکه : ۵۰ یا ۶۰ هرتز
- تلفات داخلی : ۳ وات
- زمان تأخیر : ۳-۰/۱۵ و ۳۰-۱/۵ ثانیه قابل تنظیم توسط دسته DELAY
- رله خروجی : یک کنتاکت C/O
- جریان کنتاکت : ۶ آمپر ۲۲۰ ولت متناوب
- نوع نصب : درکلیه جهات

۸) تایمر راه پله

تایمر راه‌پله دارای ویژگی های زیر می‌باشد.

- صرفه‌جویی در مصرف برق
- طولانی شدن عمر لامپ‌ها
- زمان قابل تنظیم از ۱ الی ۷ دقیقه
- قابل استفاده برای لامپ‌های رشته‌ای یا فلورسنت
- تغذیه ورودی ۲۲۰ ولت متناوب
- جریان خروجی ۱۰ آمپر

این دستگاه به منظور صرفه‌جویی در مصرف برق و طولانی شدن عمر لامپ‌ها طراحی شده است. در بسیاری از آپارتمان‌ها و راهروها نصب کلید ثابت از نظر صرفه‌جویی انرژی الکتریکی مقرون به صرفه نمی‌باشد. چون پس از روشن شدن لامپ‌ها بعد از گذشت چند دقیقه می‌بایست مجدداً خاموش گردد. با استفاده از تایمر مدل LST می‌توان با فشردن یک کلید، لامپها را روشن نمود. بعد از سپری شدن زمان تنظیم شده دستگاه به صورت اتوماتیک لامپ‌ها را خاموش می‌کند.

مشخصات فنی این تایمر به شرح زیر است.

- ولتاژ شبکه : ۲۲۰ ولت متناوب
- فرکانس شبکه :۵۰ یا۶۰ هرتز
- تلفات داخلی : حدود ۳ وات
- تأخیر در قطع : ۱ الی ۷ دقیقه ، قابل تنظیم توسط دستهDELAY
- جریان کنتاکت : ۱۰ آمپر ۲۲۰ ولت متناوب
- توان کنتاکت : ۲۰۰۰ وات

۳– ۱– ۳– عکس محصول

عکس برخی از محصولات مانند رله افزایش ولتاژ ، رله کاهش جریان و تایمر راه‌پله به ترتیب در شکل‌های ۳–۱–۲ ، ۳–۱–۳ و ۳–۱–۴ نشان داده شده است.

شکل ۳–۱–۲– رله افزایش ولتاژ

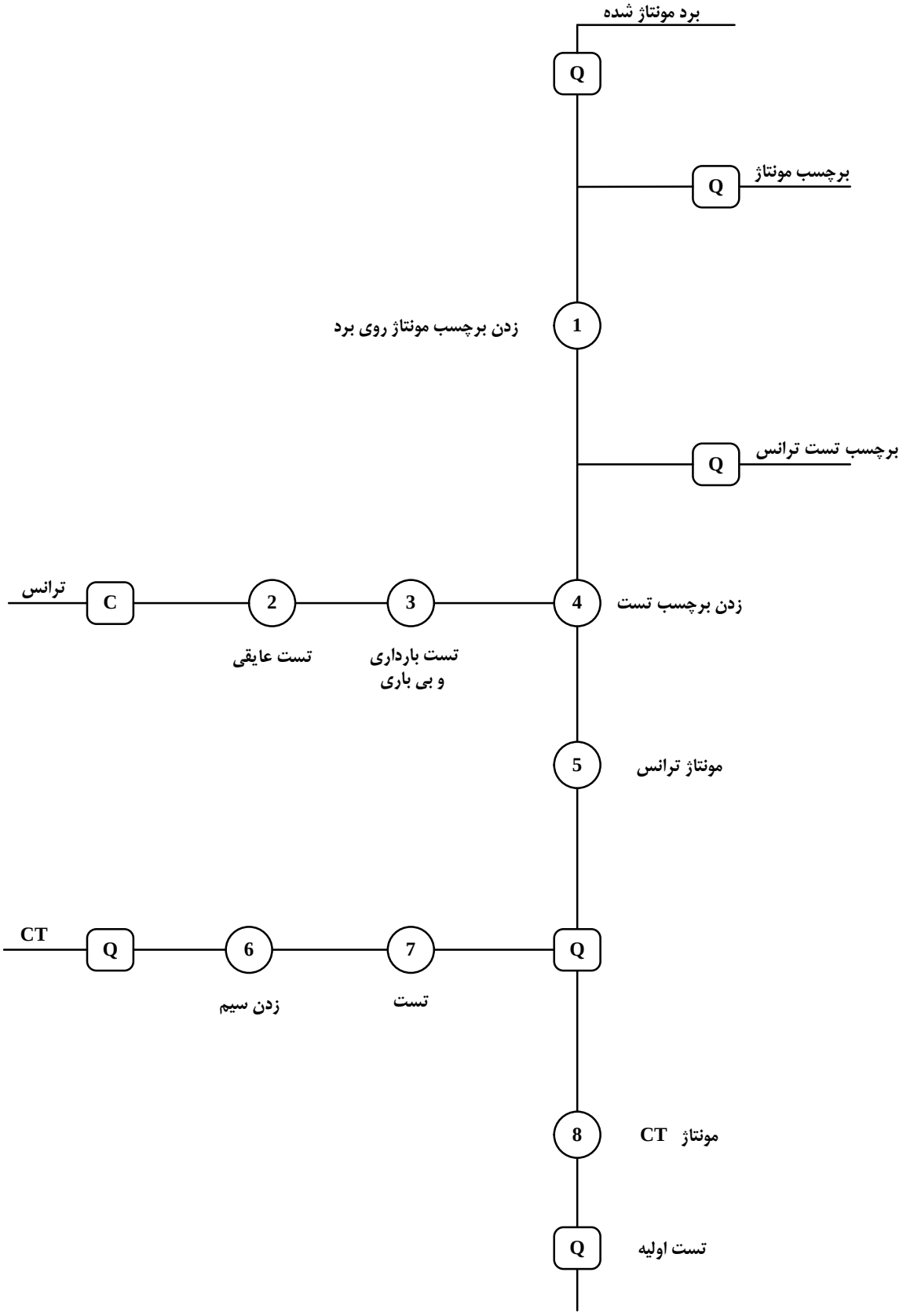
شکل ۳–۱–۳– رله کاهش جریان

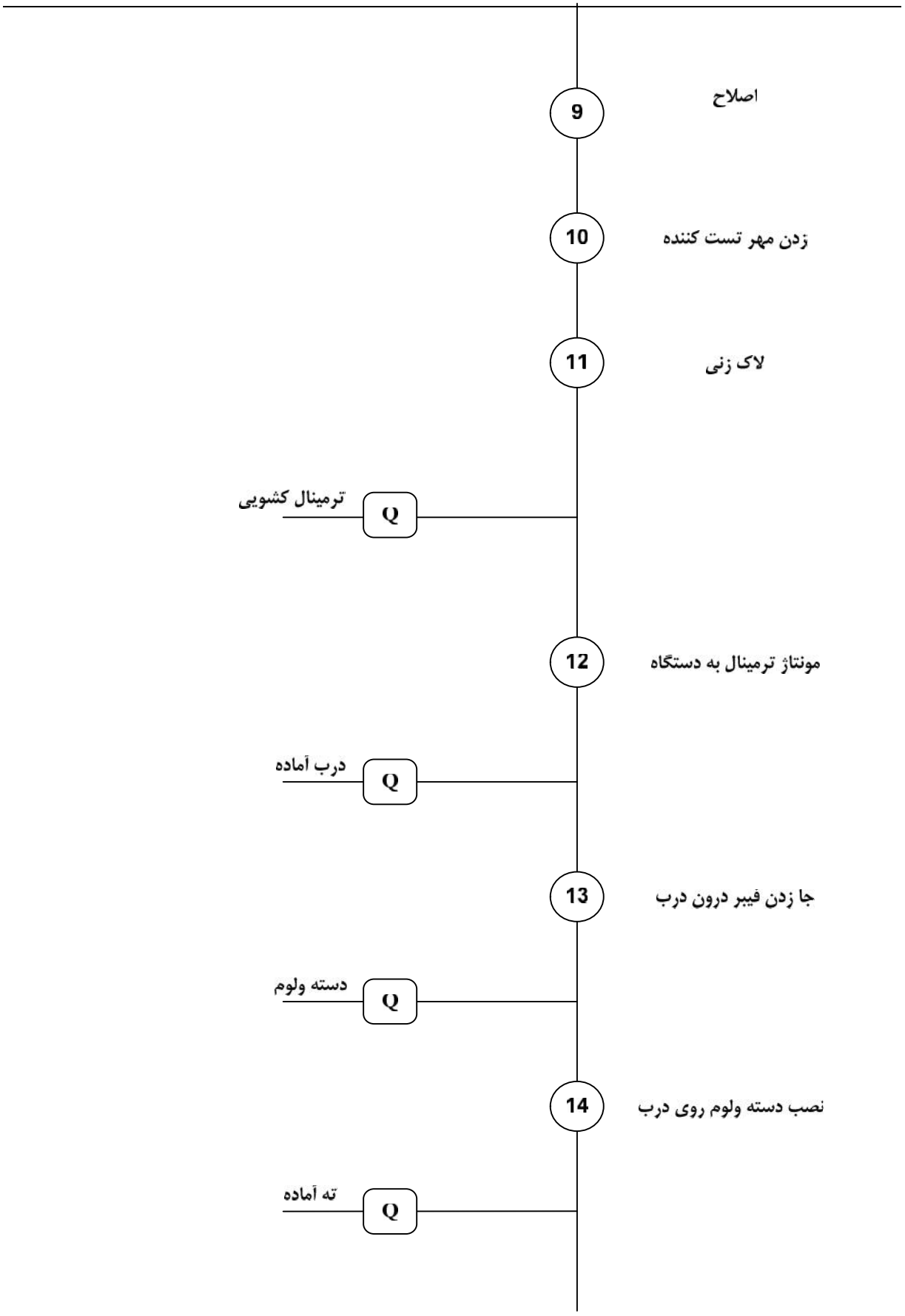
شکل ۳–۱–۴– تایمر راه‌پله

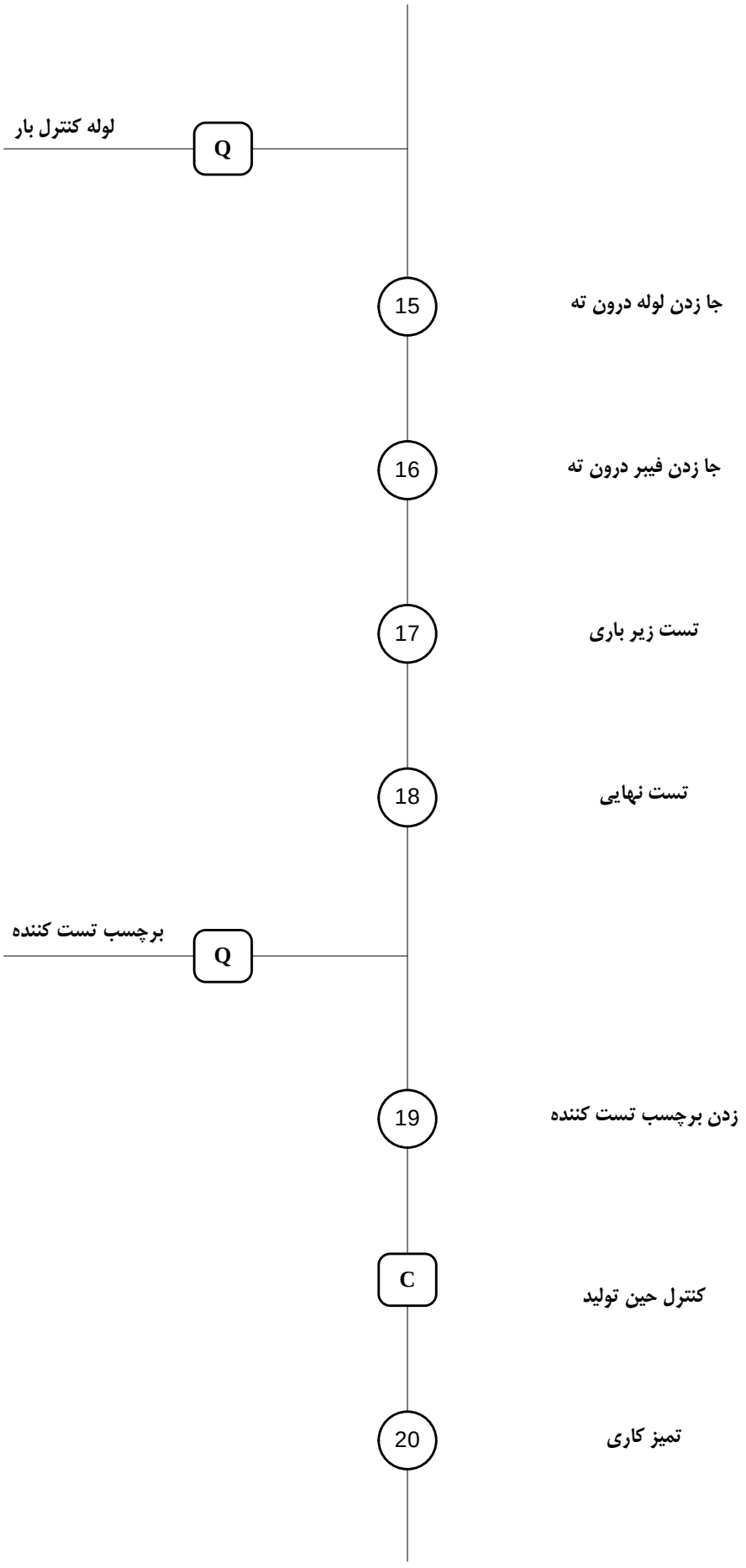
۳ – ۱ – ۴ – نمودار فرآیند عملیات[1]

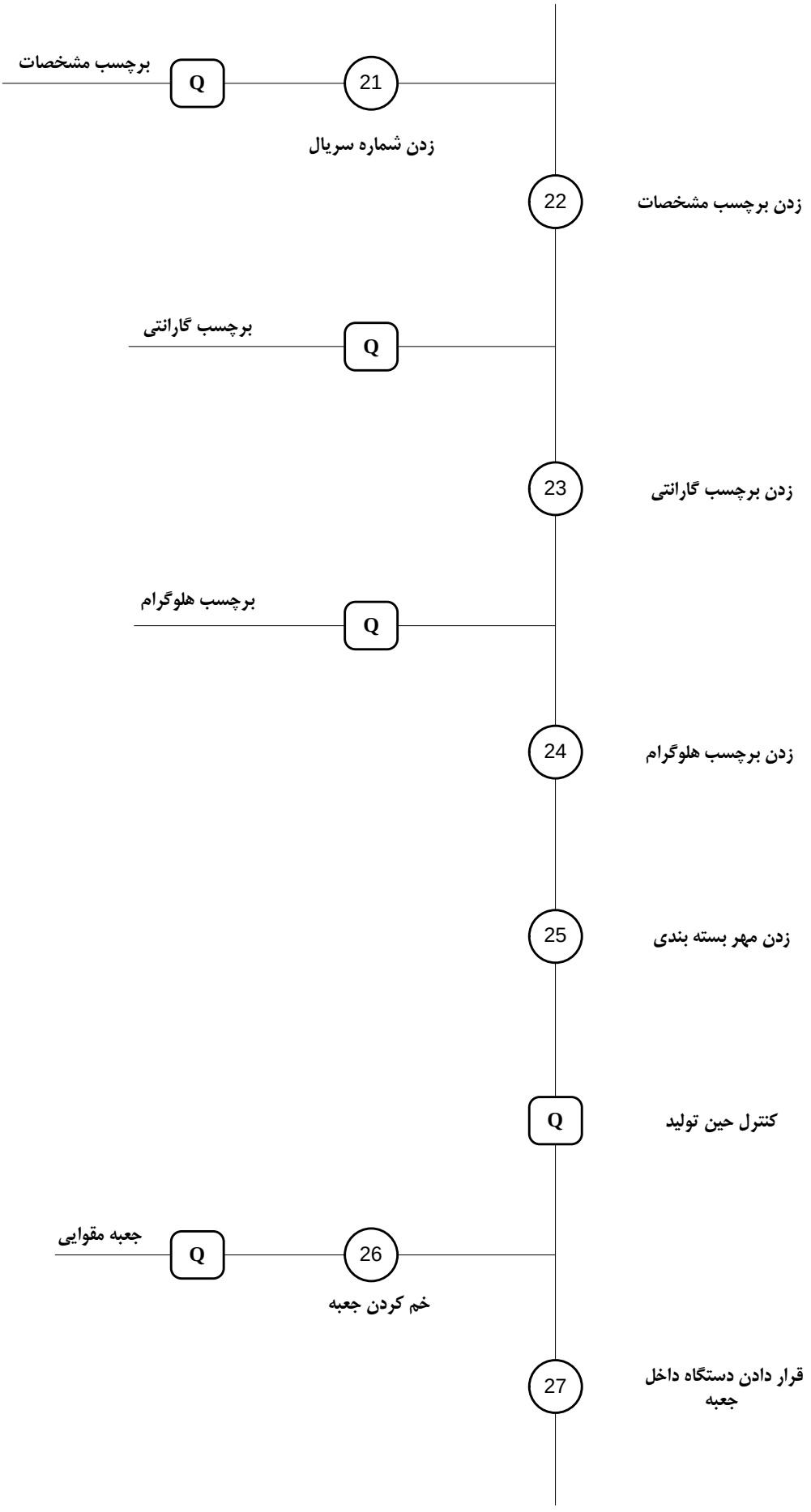
نمودار فرآیند عملیات محصولات واحد رله در شکل۳–۱–۵ نشان داده شده است.

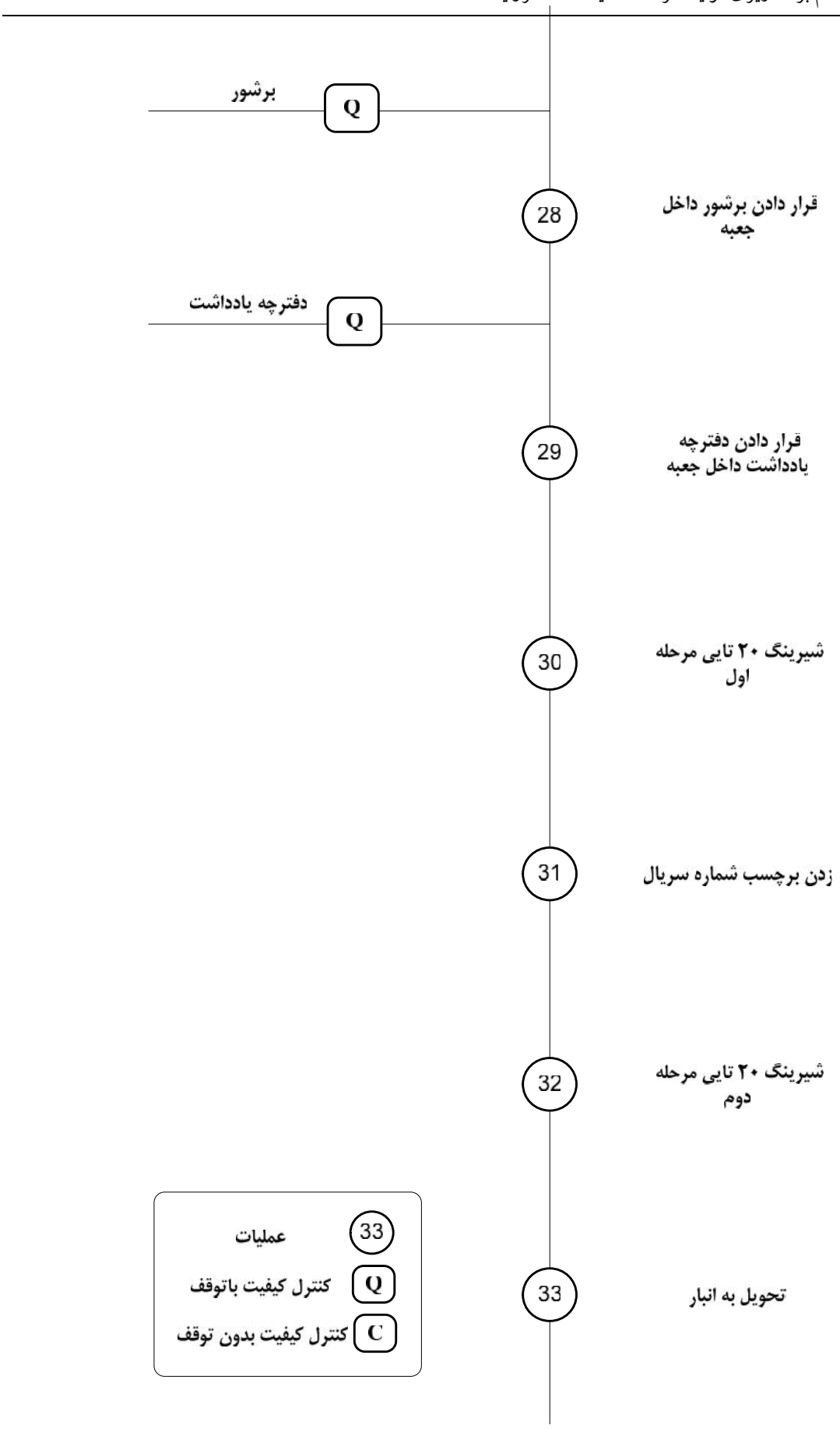
1- Operation Process Chart (OPC)


برد مونتاژ شده
Q
برچسب مونتاژ
Q
1
زدن برچسب مونتاژ روی برد
برچسب تست ترانس
Q
ترانس
C
2
تست عایقی
3
تست بارداری
و بی باری
4
زدن برچسب تست
5
مونتاژ ترانس
CT
Q
6
زدن سیم
7
تست
Q
8
مونتاژ CT
Q
تست اولیه


اصلاح
9
زدن مهر تست کننده
10
لاک زنی
11
ترمینال کشویی
Q
مونتاژ ترمینال به دستگاه
12
درب آماده
Q
جا زدن فیبر درون درب
13
دسته ولوم
Q
نصب دسته ولوم روی درب
14
ته آماده
Q


لوله کنترل بار
Q
15
جا زدن لوله درون ته
16
جا زدن فیبر درون ته
17
تست زیر باری
18
تست نهایی
برچسب تست کننده
Q
19
زدن برچسب تست کننده
C
کنترل حین تولید
20
تمیز کاری


برچسب مشخصات
Q
21
زدن شماره سریال
22
زدن برچسب مشخصات
برچسب گارانتی
Q
23
زدن برچسب گارانتی
برچسب هلوگرام
Q
24
زدن برچسب هلوگرام
25
زدن مهر بسته بندی
Q
کنترل حین تولید
جعبه مقوایی
Q
26
خم کردن جعبه
27
قرار دادن دستگاه داخل جعبه



شکل ۳-۱-۵- نمودار فرآیند عملیات رله‌های الکتریکی

۳– ۱– ۵– سیستم برنامه‌ریزی محصولات رله‌های الکتریکی

بروند برنامه‌ریزی تولید در شرکت آسیاتک الکترونیک میزان فروش به صورت فصلی از سوی واحد فروش اعلام می‌شود و طبق نظرات واحد فروش ، مدیریت و مدیر تولید ، میزان تولید فصل بعد براساس فروش این فصل و پیش‌بینی فصل بعد انجام می‌شود.

این روش برنامه‌ریزی با چالش‌های فراوانی روبه رو است چرا که پارامتر مهم ظرفیت تولید نادیده گرفته شده است. ممکن مقدار تعیین شده برای تولید بسیار بیشتر از ظرفیت تولید شرکت بوده باشد و شرکت را با دیرکرد و عواقب آن از جمله از دست رفتن اعتبار ، از دست دادن مشتری و هزینه دیرکرد روبه روکند. علت اصلی بروز چنین مشکلی نداشتن اطلاعات کافی درباره ظرفیت تولید و زمان مورد نیاز برای تولید محصول است.

این درحالی است که با محاسبه چنین اطلاعاتی می‌توان میزان تولید را افزایش داد و دررابطه با نوسانات تقاضا واکنش‌های بهتری ارائه داد ، میزان کارایی وبهره وری خط تولید را افزایش داد ، کنترل همه جانبه بر روند تولید را اعمال کرد ، روش کار را بهبود بخشید ، زمان دقیق تحویل را مشخص کرد و برنامه‌ریزی مواد اولیه را سامان بخشید. رسیدن به این نتایج از طریق مطالعه کار و ایجاد یک برنامه تولید مناسب به راحتی امکان‌پذیر خواهد بود.

فصل سوم

بخش دوم

در این بخش به معرفی قطعات SMD، انواع روش‌های مونتاژ قطعات SMD و هم‌چنین خط مونتاژ محصولات SMD در شرکت آسیاتک الکترونیک می‌پردازیم.

۳-۲-۱- مقدمه‌ای درباره قطعات SMD

یکی از زمینه‌های فعالیت شرکت آسیاتک الکترونیک، ارائه خدمات در زمینه مونتاژ قطعات SMD است. حال به معرفی این فناوری می‌پردازیم.

SMD مخفف SurfACe mount device و به معنی قطعات نصب شده روی سطح می‌باشد. قطعات نصب سطحی ؛ قطعات الکترونیکی هستند که به مدار چاپی به روش فناوری نصب سطحی SMT[1] متصل شده اند. SMT به شیوه نصب قطعات الکترونیکی روی سطح یک قالب رسانا (برد الکترونیکی) اطلاق می‌شود .[۲۰]

این تکنولوژی به تکنولوزی نصب سطحی معروف هستند.کلیه قطعاتی که با این تکنولوژی ساخته می‌شوند بصورت سطحی روی برد مدار چاپی نصب و لحیم‌کاری می‌شوند. این قطعات ابعاد کوچکتری دارند و این یک مزیت محسوب می‌شود و در اکثر دستگاه‌های پرتابل امروزی و دستگاه‌هایی که به نوعی محدودیت فضا وجود دارد استفاده می‌شوند.[۲۱]

1- Surface-Mount Technology

در بردهای الکترونیکی متعارف پایه‌های قطعات از سوراخ PCB عبور داده شده و از طرف دیگر PCB قلع‌کاری انجام می‌شود اما در تکنولوژی SMT قطعات بدون پایه یا با پایه کوتاه SMD ، روی سطح برد قرار گرفته و در همان سمت قلع‌کاری انجام می‌شود. به این ترتیب می‌توان در دو طرف برد ، قطعه SMD مونتاژ کرد.[۲۲]

۳-۲-۲- انواع قطعات SMD

از جمله قطعات **SMD** می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.[۲۱]

مقاومت‌های SMD

خازن‌های SMD

خازن‌های تانتالیوم SMD

ترانزیستورهای SMD

آی‌سی‌های SMD

FPGA های SMD

➢ مقاومت‌های SMD

مقاومت‌های SMD در چندین اندازه وجود دارند. اندازه بصورت یک کد ۴ رقمی توصیف می‌شود. ۲ رقم اول طول و ۲ رقم آخر عرض را نشان می‌دهند . [۲۱]

برای مثال، سه اندازه که بیشتر استفاده می‌شوند به صورت زیر هستند.

۰۶۰۳ یعنی ۳۰×۶۰ mil یا ۰٫۸×۱٫۶mm

۰۸۰۵ یعنی ۵۰×۸۰ mil یا ۱٫۲۵×۲٫۰mm

۱۲۰۶ یعنی ۶۰×۱۲۰ mil یا ۳٫۲ ×۱٫۶ mm

به طور کلی ابعاد قطعات SMD معمولا تابع استاندارد می‌باشد و به صورت اعدادی معرفی می‌شوند که معروف‌ترین آن‌ها در زیر آمده است.[۲۳]

۰۴۰۲، ۰۶۰۳،۰۸۰۵،۱۰۰۸، ۱۲۰۶، ۱۸۰۸،۱۴۱۰،۱۲۱۰؛۲۹۱۷،۲۴۲۰،۲۴۱۷،۱۸۱۲

برای محاسبه CASE قطعات SMD به صورت زیر عمل می‌شود.

دو رقم اولی مقدار طول قطعه موردنظر به صدم اینچ است و دو رقم دوم مقدار عرض قطعه مورد نظر به صدم اینچ می‌باشد.

به عنوان مثال فرض کنید قطعه‌ای داریم که می خواهیم بدانیم با کدامیک از قطعات فوق منطبق است . طول و عرض آن را اندازه می‌گیریم. فرض می‌کنیم طول 3.2 MM و عرض 1.6MM را داراست.[۲۳]

L=3.2 MM 3.2/25.4=0.12 L = 0.12

W=1.6 MM 1.6/25.4=0.06

Case = 1206

در کاتالوگ قطعه ای آورده شده است Case = 1812

L=18 L=0.18=0.18*25.4=4.6MM

W=12 W=0.12=0.12*25.4=3.1 MM

Case Code :1812

➢ خازن‌های SMD

خازن‌های SMD در مقادیر ۱ پیکو فاراد تا ۱ میکرو فاراد موجود هستند.اندازه این خازن‌ها شبیه مقاومت‌های ۰۶۰۳ تا ۱۲۰۶ می‌باشد. اکثراً این خازن‌ها از نوع سرامیکی هستند. [۲۱]

➢ خازن‌های تانتالیوم SMD

این خازن‌ها در رنج ۱ میکرو فاراد و بزرگتر موجود می‌باشند.

اندازه این خازن‌ها با حروف A تا E مشخص می‌شود.

این نوع خازن‌ها پلاریته مثبت و منفی دارند و پلاریته مثبت با نوار رنگی روی قطعه مشخص شده است.

- **ترانزیستورهای SMD**

انواع مختلفی برای ترانزیستورهای SMD وجود دارد ولی معمول‌ترین اندازه برای ترانزیستورهای سیگنال کوچک SOT-23 و SOT-223 می‌باشد. [۲۱]

- **آی‌سی‌های SMD**

معمول‌ترین اندازه برای این نوع آی‌سی‌ها SO-8 و SO-14 می‌باشد که به نام‌های SOIC-8 و SOIC-14 هم گفته می‌شود. [۲۱]

۳-۲-۳- برد SMD

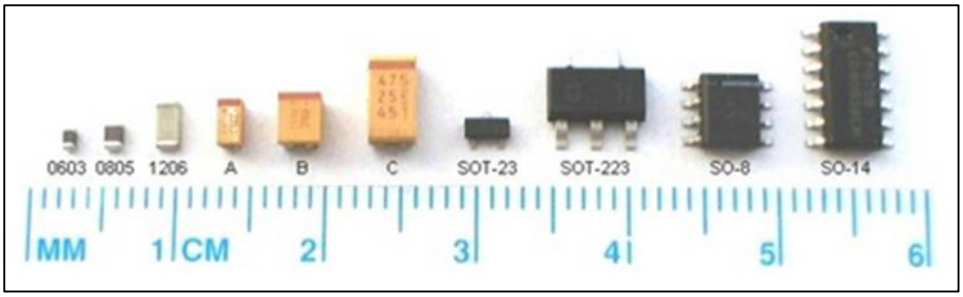
عبارت برد SMD از سر کلمه‌های Surface Mounted Device گرفته شده که نوعی تکنولوژی ساخت برای قطعاتی است که به صورت سطحی نصب می‌شوند. در این روش در برد اصلی هیچ‌گونه سوراخی برای نصب قطعات وجود ندارد و پایه‌های قطعات هم به گونه‌ای ساخته نشده‌اند که از درون سوراخ‌های برد عبور کنند. آی‌سی‌های برد SMD دارای پایه‌های کوتاه و به هم نزدیک و هم‌چنین ارتفاع بسیار کمی هستند.

از این قطعات برد SMD در موبایل و وسایلی که تمایل به کوچک‌تر کردن آن‌ها داریم استفاده می‌شود .[۲۰]

بسیاری از آی‌سی‌های برد SMD متداول از جمله تقویت‌کننده‌های عملیاتی، مقایسه‌کننده‌ها، تقویت‌کننده‌های صوتی، تایمرها، آی‌سی‌های مرجع ولتاژ و بسیاری از آی‌سی‌های برد SMD دیگر همگی به صورت قطعه‌های نصب سطحی ارائه شده‌اند.

بسیاری از قطعه‌های برد SMD دیگر نیز به صورت قطعه‌های نصب سطحی ارائه می‌شوند که برای کار در مدارهای خاص می‌باشند.[۱۹]

در شکل۳-۲-۲ برخی از قطعات SMD را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۲-۲- قطعات SMD

۳- ۲ -۴ - بررسی جنبه‌های استفاده از قطعات SMD

مزیت‌های استفاده از قطعات SMD از جهات زیر قابل بررسی باشد.

- **قطعات**

قطعات SMD بسیار کوچکتر از قطعات معمولی هستند و این باعث کوچکتر شدن PCB و در نتیجه کوچکتر شدن محصول خواهد شد.

سبکی قطعات SMD باعث می‌شود که این قطعات برای دستگاه‌هایی که نیاز به جابه‌جایی مستمر دارد مانند گوشی موبایل و از این دست ایده‌آل باشد.

خم و برش قطعات از پروسه تولید حذف شده و نیز پارازیت ناشی از اثرات سلفی و خازنی مرتبط با پایه قطعات در کاربردهای RF به میزان قابل توجه‌ای کاهش می‌یابد.

- **برد مدار چاپی**

تکنولوژی SMT باعث کوچکتر شدن برد می‌شود. با مونتاژ قطعات SMD در دو طرف برد ، ابعاد آن ۵۰ درصد کاهش یافته و این باعث کمتر شدن فشردگی اجزاء و قطعات دستگاه و بالا رفتن قابلیت اطمینان محصول خوهد شد. [۲۰]

در بسیاری از موارد با کوچکتر شدن قطعات می‌توان بردها را یکپارچه ساخت و تعداد بردها را کاهش داد و در نتیجه اتصالات و ترمینال‌های بین بردها حذف خواهند شد.

به کار بردن قطعات SMD بباعث حذف فرآیند سوراخکاری PCB خواهد شد .

امکان ساخت برد ترکیبی با قطعات SMD و قطعات پایه‌دار وجود دارد ، بنابراین می‌توان مرحله به مرحله بردهای معمولی را به SMD تبدیل کرد.

همچنین امکان تولید بردها ، با تعداد لایه‌های بیشتر فراهم شده و نیز به دلیل حذف مراحل سوراخکاری سرعت تولید برد نیز افزایش می‌یابد.[۲۰]

- **مونتاژ**

مهم‌ترین مزیت SMD ، سرعت بالای دستگاه‌های مونتاژ SMD می‌باشد. دستگاه‌های سریع می‌توانند چند ده هزار قطعه را در یک ساعت مونتاژ کنند.

مونتاژ اتوماتیک SMD قابلیت اطمینان بالا دارد و با توجه به تست الکتریکی قطعات قبل از مونتاژ، امکان اشتباه در مونتاژ تقریباً وجود ندارد[۲۰]

در مونتاژ ماشینی به دلیل کاهش شدید خطای انسانی، دقت مونتاژ و جانمایی قطعات افزایش یافته و سایر مراحل تولید تسریع می‌گردد.

۳– ۲ – ۵ – روش‌های مونتاژ SMD

مونتاژ SMD به دو روش چسبی(Glue) یا خمیر قلع (Solder Paste) یا ترکیبی از این روش‌ها صورت می‌گیرد.

۳–۲–۵–۱– روش چسبی (Glue)

در این روش ابتدا بادستگاه Dispenser روی PCB و در وسط محل قرار گرفتن قطعه یک یا چند نقطه چسب قرار می‌دهند و سپس قطعه توسط دستگاه Placement مونتاژ می‌شود. پس از اتمام مونتاژ و کامل شدن برد ، PCB به داخل Oven درجای خود ثابت می‌شود. در انتها با روش Double Wave ، PCB قلع‌کاری می‌شود.

در روش چسب فقط نصب مکانیکی قطعات انجام می‌شود و اتصال الکتریکی پس از انجام پروسه قلع کاری حاصل می‌شود .

معمولاً این روش در بردهای تک لایه‌ای که ترکیبی از قطعات SMD و THD را دارا می‌باشند استفاده می‌شود. در این روش یا به وسیله شابلون و یا با استفاده از ماشین Dispencer در فضای بین پدهای قطعه، به تناسب ابعاد قطعه، یک نقطه یا نقاط متعددی چسب تزریق شده و پس از آن قطعه بر روی چسب قرار می‌گیرد. ویژگی چسب SMD این است که در دمای عادی بصورت مایع با غلظت بالا می‌باشد، بنابراین قطعات SMD بدون کوچکترین مشکل بر روی چسب قرار گرفته و پس از بازبینی وارد Oven میگردند.

چسب مورد استفاده در بردهای SMD پس از عبور از Oven که دمای آن حداکثر به ۱۵۰ درجه سانتیگراد می‌رسد خشک (Cure) شده و استحکام قابل توجهی پیدا می‌کند ، بگونه‌ای که بدون استفاده از ابزار، امکان جداسازی قطعه از برد میسر نمی‌باشد.

پس از انجام پروسه Oven ، قطعات صرفاً نصب مکانیکی شده و به منظور برقراری اتصال الکتریکی حتما باید پروسه قلع کاری انجام گردد.

این پروسه می‌تواند بصورت دستی، استفاده از وان قلع و یا استفاده از ماشین قلع انجام گیرد.

۳-۲-۵-۲- روش خمیر قلع (Solder-Paste)

در این روش با استفاده ازدستگاه Print Screen و شابلون مناسب ، خمیر قلع (Solder-Paste) روی PCB و درمحل پایه قطعات SMD نشانده می‌شود و پس از قطعه‌گذاری ، PCB وارد دستگاه Reflow Oven شده و قلع کاری انجام می‌گیرد.(۷)

در این روش توسط تزریق و یا با استفاده از شابلون (Stencil) ، مقدار مناسبی از خمیر قلع بر روی پد قطعات قرار گرفته و سپس قطعه بر روی برد نصب می‌گردد.

جنس شابلون‌های مورد استفاده معمولاً از مس، برنج و یا استیل ضد زنگ می‌باشد.

ضخامت ورق Stencil بسته به نوع کار می‌تواند بین۰,۱ میلی‌متر الی ۰,۲۵ میلی‌متر تغییر کند.

خمیر قلع یا Solder Paste خمیری خاکستری و چسبناک و حاوی ماده Flux است .Flux موجود در خمیر قلع باعث چسبندگی قطعه به برد شده و بردها پس از نصب قطعات و بازبینی از Oven عبور داده می‌شوند.

دمای بردها طی عبور از Oven به حدود ۲۴۵ درجه سانتیگراد می‌رسد که در این دما خمیر قلع تبدیل به قلع مذاب شده و اتصال مکانیکی و الکتریکی قطعات هم‌زمان صورت می گیرد.

۳-۲-۶- خط مونتاژ SMD شرکت آسیاتک الکتریک

خط مونتاژ SMD این شرکت شامل دستگاه‌های متعدد می‌باشد که در زیر به هرکدام از این دستگاه‌ها و قابلیت‌های آنان اشاره شده است.

ابتدا به معرفی دستگاه‌های چسب‌زنی (Dispenser) و قطعه‌گذار(Placement) ساخت Simens می‌پردازیم. قابلیت‌های این نوع دستگاه به شرح زیر است.

- قابلیت مونتاژ بیش از ۱۱۰۰۰ قطعه در ساعت
- مجهز به دوربین ، جهت تشخیص علامت‌های روی PCB و تنظیم دقیق مختصات به صورت اتوماتیک
- مجهز به اسکنر ، جهت اسکن کردن و تنظیم پایه‌های آی‌سی قبل از قراردادن روی PCB
- دقت مونتاژ با تلورانس ۰,۰۸ میلی‌متر
- قابلیت چرخش قطعه : ۰ تا ۳۶۰ درجه
- زمان اندازه‌گیری : 20msec
- اندازه‌گیری الکترونیکی قطعات که شامل موارد زیر می‌باشد.
  - خازن (C) 1pf To 800
  - مقاومت (R) 200 mΩ To 20 Ω
  - دیود (D) Polarity And Cut-Off Voltage 5mv To 6v

- سلف (L) 1 µh To 150 h
- دیود زنر 1v To 74 V و تشخیص Polarity

دستگاه قلع‌کاری دوموجه (Double Wave) مدل ارسا Ersa ، یکی دیگر از دستگاه‌های این خط تولید است که مشخصات و ویژگی‌های آن می‌توان به وان قلع به گنجایش 500kg و تنظیم اتوماتیک غلظت روغن قلع اشاره کرد.

قابلیت‌های دستگاه قلع‌کاری به روش Reflow مارک Seho به شرح زیر است.

Oven مورد استفاده از نوع کانوکشنال بوده و دارای پنج Zone حرارتی می‌باشد که در محیط ازت سبب ایجاد منحنی‌های مختلف حرارتی می‌شود.

شایان ذکر است Ovenمذکور دارای دارای۲ خط پارالل جهت عبور برد بوده که امکان عبور هم‌زمان دو نوع برد با ابعاد مختلف را ایجاد می‌کند.
همچنین می‌توان از قابلیت های دیگر Oven، به امکان عبور برد در محیط گاز ازت اشاره کرد که حاصل آن بهبود کیفیت قلع‌کاری می‌باشد.

از سایر دستگاه‌های مستقر می‌توان به دستگاه Print Screen مارک Ekra و دستگاه‌های جانبی نظیر Loader ,Unloader,Turn Station,Vibrato نام برد.

۳-۲-۷- برنامه‌ریزی محصولات SMD

محصولات مونتاژ SMD به صورت کاملاً سفارشی طراحی و تولید می‌شوند.در هر سفارش پارامترهای بسیاری از جمله سایز برد ، سایز قطعات و نوع آن‌ها ، نحوه ارتباط آن‌ها و سایر المان‌های دیگر ، تغییر کرده و مجدداً دستگاه‌ها برنامه‌ریزی می‌شوند؛ متناسب با تغییر در نحوه طراحی و ساخت ، زمانبندی تولید نیز تغییر خواهد کرد و برنامه‌ریزی را با مشکلات بسیاری همراه می‌کند.

سفارشات دریافتی شرکت ، توسط واحد فروش ، از نظر امکان‌سنجی و بازدهی و سوددهی مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت مورد تأیید قرار گرفتن به واحد برنامه‌ریزی ارجاع داده می‌شوند.

واحد برنامه‌ریزی با دیدی همه جانبه ، به بررسی امکان انجام پروژه می‌پردازد. بدین منظور پروژه‌های در دست اجرا و زمان تحویل مورد نظر مشتری را مورد ارزیابی قرار داده و سپس با واحد فروش برای قبول یا رد سفارش ، هماهنگی‌های لازم را انجام داده و در نهایت نتیجه را به واحد تولید اطلاع می‌دهد.

در این نوع پروژه‌ها تا قبل از سفارش محصول هیچ‌گونه فعالیتی در جهت تولید محصول انجام نمی‌شود. بارسیدن سفارش مراحل برنامه‌ریزی برای طراحی و شروع فعالیت‌ها آغاز می‌شود. این نوع پروژه ها در اصطلاح پروژه‌های مهندسی طبق سفارش (ETO) نام برده می‌شوند که با نام‌های دیگری از جمله طراحی برای سفارش[1] (DTO)، تولیدهای قراردادی[2] و تولید های پروژه‌ایی[3] استفاده می‌شود.[۷] همچنین اصطلاح ساخت طبق قرارداد[4] (MTC manufACture) نیز به این منظور به کار برده می‌شود.[۶]

ETO یکی از استراتژی‌های موقعیت محصول است که در آن سیستم تولید، محصول رادقیقاً بنا به سفارش مشتری طراحی و تولید می‌کند. لذا محصولی که به این ترتیب ساخته می‌شود، ممکن است به غیر از مشتری آن، به مصرف هیچ شخص دیگری نرسد.

شرکت‌های ETO عموماً فرآیند طراحی و یا تولید محصول را تا زمانی که یک سفارش یا قرارداد واقعی در دست نداشته باشند شروع نمی‌کنند.

این استراتژی به طراحی محصول بعداز اعلام نیاز مشتری تأکید دارد. در این استراتژی نه تنها قبل از سفارش کالایی تولید نمی‌شود ، بلکه طراحی هم نخواهد شد.[۵]

پرسش‌های بسیاری در این نوع پروژه و سایر پروژه‌های مشابه وجود دارد ؛ پرسش‌هایی مانند این که چطور می‌توان برای سفارشی که حتی طراحی آن نیز باید به صورت مستقل انجام شود، زمان اتمام محصول و تحویل آن را تعیین کرد؟

آیا تهیه تمام مواد مورد نیاز سفارش با توجه به طراحی منحصر به فرد سفارش ، برای شرکت امکان‌پذیر است؟

1-Design to Order
2-Contract Manufacturing
3-Project Manufacturing
4-make to contract manufacture

تخمین بودجه پروژه با توجه به نوع مواد اولیه آن و عدم اطلاعات درباره نوع طراحی ومواد مورد نیاز چگونه انجام می گیرد؟

امکان دارد طراحی اولیه در اجرا به مشکل برخورد، در این صورت هزینه زمان از دست فته ، مواد به کار رفته در تولید محصول ، هزینه انرژی و پرسنل اجرا چگونه پاسخ داده می‌شود؟

زمانبندی انجام عملیات‌های مختلف و سایر پژوژه‌ها چگونه صورت می گیرد؟

برای جلوگیری از تداخل برنامه‌ها و پروژه‌ها ، و برنامه پرسنل چه اقداماتی باید انجام داد؟

در فصل بعد به تفصیل درباره پروژه‌های ETO نحوه برنامه‌ریزی آن‌ها توضیح می‌دهیم.

فصل چهارم

بخش اول

در این بخش مراحل زمان‌سنجی تولید رله‌های الکتریکی ، محاسبه زمان استاندارد محصولات شرح داده شد.هم‌چنین برنامه میان‌مدت و کوتاه‌مدت تولید شرح داده شده است.

۴-۱- ۱- کارسنجی و زمان‌سنجی

تصمیم‌گیری در رابطه با استراتژی‌های تولید ، یکی از ویژگی‌های اصلی یک سازمان را تعیین می‌کند؛ که آن رقابت‌پذیری و ظرفیت سازمان برای برآورده کردن نیازهای بازار به کالاها و خدمات است. سازمانها در محیط پر تلاطم کسب و کار امروز بدون داشتن مزیت‌های رقابتی و حداکثر استفاده از منابع امکان حیات ندارند. هدف از برنامه‌ریزی تولید نیز بهترین استفاده ممکن از ظرفیت موجود جهت برآورده‌سازی تقاضای بازار و بیشینه‌سازی سود است.

همان‌طور که در فصل قبل ذکر شد عدم وجود برنامه تولید مناسب در شرکت ، سبب شد به مطالعه کار و تدوین برنامه تولید بپردازیم.کارسنجی و مطالعه کار تعیین می‌کند که چه مدت طول می‌کشد تا یک کار انجام شود. بدون یک دیدگاه قابل اطمینان درباره اینکه چقدر طول می‌کشد تا یک کار انجام شود ، شرکت نمی‌داند که آیا می‌تواند انتظارات مشتری رابرای تحویل به موقع کالا یا خدمتی پاسخ دهد یا خیر .

کارسنجی هم‌چنین برای تعیین استاندارد خروجی که نرخ‌های تشویقی بر آن مبتنی است ، مورد نیاز است. یکی از مشکلات کارخانه‌ها وشرکت‌ها این است که سیستم دستمزد تشویقی مناسبی وجود ندارد. به همین دلیل ، نه تنها کارگران و کارکنان فعال از سایرین متمایز نمی‌شوند ، بلکه در مواردی تشویق‌های نابه جا ، باعث دلسرد شدن افراد نیز می‌شود و نهایتا در محیط کار آنان نیز تأثیر می‌گذارد. در صورتی که اگرسیستم تشویقی مناسبی اجرا شود ، حجم تولید افزایش یافته و باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود. برای اجرای یک سیستم

دستمزد تشویقی ابتدا باید زمان استاندارد تولید یک قطعه یا محصول را تعیین نموده ، سپس چنانچه کارگر در طول روز بیشتر از حد استاندارد تولیدکرد به ازای مازاد تولید طبق ضوابط مشخص به او پاداش داده شود.[۲۶]

نتیجه مطالعه زمان ، یک زمان استاندارد برای انجام یک کار تکراری می‌باشد. روش‌های مختلفی برای این کار وجود دارد. روش‌هایی وجود دارند که بدون مشاهده مستقیم عملیات ، زمان استاندارد را با استفاده از اطلاعات استاندارد ، سیستم‌های بین‌المللی و زمان‌های از پیش تعیین شده، تعیین می‌کنند. روش دیگر ، روش مشاهده مستقیم نام دارد که با استفاده از مشاهده مستقیم کار انتخاب شده ، زمان استاندارد فعالیت را تعیین می‌نماید.[۲۶]

روش مشاهده‌ایی با دو تکنیک کاملاً متفاوت صورت می‌گیرد که شامل زمانسنجی با استفاده از کرنومتر و روش نمونه‌برداری از کار است. در اینجا از روش زمانسنجی با کرنومتر استفاده می‌کنیم.[۲۶]

زمانسنجی یک فن آماری است که برای کارهایی که خیلی تکراری باشند مصداق پیدامی‌کند. زمانسنجی ، تعیین یک پیش‌بینی برای زمان انجام کار است ،که درآن از کرنومتر برای گرفتن زمان تک تک عناصر استفاده می‌شود. زمان‌های عناصر باهم جمع می‌شوند تا یک پیش‌بینی زمانی برای انجام کار حاصل شود. سپس به وسیله ضریب عملکرد کارگر و مقدار مجاز تأخیرات اجتناب‌ناپذیر تعدیل گردد تا به یک زمان استاندارد منجر شود. زمان استاندارد ، زمان مورد نیاز برای یک کارگر متوسط جهت انجام کاری تحت شرایط و مقتضیات طبیعی می‌باشد[۲۶]

مراحل اصلی زمانسنجی به شرح زیر است.[۲]

تجزیه کار به عناصر کوچکتر آن : کار به عناصر کوتاه و عنصری که نقطه انفصال بین آن‌ها وجود دارد شکسته می‌شود . یک عنصر عبارت است از یک بخش متمایز شده از یک چرخه کاری که به منظور راحتی در مشاهده ، زمان سنجی و تجزیه و تحلیل انتخاب می‌گردد. خرد کردن عناصر ، حذف زمان عناصری را که به طور غیر عادی در هردوره کاری قرار دارند و به طور غیر عادی بر زمان استاندارد تأثیر می‌گذارند را تسهیل می‌نماید.

مطالعه کار : مطالعه زمان با استفاد از یک کرونومتر صورت می‌گیرد. زمانسنج نیز باید جایی در نزدیک محل کارگران باشد تا بتواند زمان عناصر را ثبت کند.

نرخ عملکردی کارگر : همان‌طور که زمانسنجی انجام می‌گیرد ،عملکرد کارگر تبز توسط شخصی که مطالعه را انجام می‌دهد نرخ‌گذاری می‌شود. هدف مطالعه ، تعیین زمان طبیعی یا میانگین کار برای کار است. بنابراین زمانسنج ، زمان عناصر را با عامل نرخ‌گذاری کم یا زیاد می‌نماید. یک عامل با نرخ عملکرد ۱۰۰ درصد ، عملکرد کار طبیعی را نشان می‌دهد. کم‌تر از ۱۰۰ درصد عملکرد کم‌تر از میانگین را نشا نمی‌دهد و بیشتر از ۱۰۰ درصد نیز عملکرد بهتر از حالت عادی را نشان می‌دهد. عامل نرخ‌گذاری معمولاً بین ۸۰ تا۱۲۰ درصد قرار می‌گیرد. [۲]

در مرحله بعد زمان متوسط را محاسبه می‌کنیم. بدین منظور پس از مشاهده تعدا کافی از سیکل کاری ، زمان میانگین برای هر عنصر کاری محاسبه می‌شود.

سپس زمان نرمال محاسبه می‌شود. زمان نرمال از حاصل‌ضرب زمان میانگین عناصر در عامل نرخ‌گذاری محاسبه می‌شود.

(عامل نرخ‌گذاری) × (زمان میانگین عناصر) = زمان نرمال

Nt = (RF)(t)

زمان نرمال چرخه کاری از مجموع زمان نرمال عناصر محاسبه خواهد شد.

بعد از این مرحله ، زمان استاندارد را محاسبه می‌کنیم. زمان استاندارد به وسیله تعدیل زمان نرمال چرخه با مقدار مجاز تأخیر اجتناب‌ناپذیر (مثل خرابی ماشین) ، تأخیر کارکنان (مثل زمان استراحت) و خستگی جسمی طبیعی محاسبه می‌شود. عامل مجاز تأخیرات درصدی را به زمان نرمال چرخه می‌افزاید. زمان استاندارد به طریق زیر محاسبه می‌شود.

(زمان نرمال چرخه) × (عامل مجاز تأخیرات + ۱) = زمان استاندارد

زمان سنجی یک فعالیت نمونه‌برداری از کار است. باید نمونه‌های کافی از جمعیت قطعات تولیدی انتخاب کرد. هر چه دفعات زمانسنجی کم باشد، انحراف معیار نتایج زیاد است و برعکس هرچه تعداد مشاهدات زیاد باشد انحراف کم خواهد بود. [۲۶]

۴-۱-۲- اجرای زمانسنجی

ابتدای کار زمانسنجی با گفتگو و توجیه اپراتورهای هر بخش در رابطه با الزام وجود چنین سیستمی و فواید آن برای کارکنان و سعی در جلب اعتماد آن‌ها به منظور همکاری بیشتر ، آغاز شد. سپس به منظور آشنایی بیشتر با واحد تولید و شناخت تمامی زوایای مراحل ساخت، ماشین‌آلات و ابزارهای استفاده شده ، جدول۴-۱-۱ تهیه شد.

جدول ۴-۱-۱- شرح فعالیت ایستگاه‌کاری و ماشین‌آلات مورد استفاده

ردیف	ایستگاه کاری	مرحله	خلاصه فعالیت	دستگاه	مواد	ابزار
۱	پشتیبانی	۱-۱	زدن برچسب مونتاژ روی برد			
۲		۱-۲	تست عایقی	دستگاه تستر		مولتی متر
۳		۱-۳	تست بارداری و بی باری	دستگاه تستر		مولتی متر
۴		۱-۴	زدن برچسب تست			
۵		۱-۵	مونتاژترانس	هویه	سیم قلع	آچار برقی
۶		۱-۶	زدن سیم	هویه	سیم قلع	
۷		۱-۷	تست	دستگاه تستر		مولتی متر
۸		۱-۸	مونتاژ CT	هویه	سیم قلع	
۹		۱-۹	تست اولیه	دستگاه تستر،هویه	سیم قلع	
۱۰		۱-۱۰	اصلاح	هویه	سیم قلع	
۱۱		۱-۱۱	زدن مهر تست کننده			
۱۲	مونتاژ	۲-۱	لاک‌زنی			
۱۳		۲-۲	مونتاژ ترمینال به دستگاه	هویه	سیم قلع	آچار، چکش
۱۴		۲-۳	جازدن فیبر درون درب			آچار، چکش
۱۵		۲-۴	نصب دسته ولوم روی درب			آچار، چکش

۱۶		۲-۵	جازدن لوله درون ته			آچار، چکش
۱۷		۲-۶	جا زدن فیبر داخل ته			آچار، چکش
۱۸		۲-۷	تست زیرباری	دستگاه تست زیرباری	تینر ، لاک	
۱۹	تست	۳-۱	تست نهایی	دستگاه تستر		آچار برقی
۲۰		۳-۲	زدن برچسب تست کننده			
۲۱		۳-۳	کنترل حین تولید			
۲۲	بسته‌بندی	۴-۱	تمیز کاری		متانول	دستمال مخصوص
۲۳		۴-۲	زدن شماره سریال			
۲۴		۴-۳	زدن برپسب مشخصات			
۲۵		۴-۴	زدن برچسب گارانتی			
۲۶		۴-۵	زدنبرچسب هلوگرام			
۲۷		۴-۶	زدن مهر بسته‌بندی			
۲۸		۴-۷	کنترل حین تولید			
۲۹		۴-۸	آماده سازی جعبه بسته‌بندی			
۳۰		۴-۹	قراردادن برشور درداخل جعبه			
۳۱		۴-۱۰	قرار دادن دستگاه در داخل جعبه			
۳۲		۴-۱۱	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	دستگاه شیرینگ		
۳۳		۴-۱۲	زدن شماره سریال			
۳۴		۴-۱۳	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	دستگاه شیرینگ		

۴-۱-۲-۱- ثبت زمان

برای فعالیت زمانگیری لازم است تا سیکل عملیات به اجزاء کوچکتر نقسیم شود و به جای زمان کل سیکل ، زمان انجام هر یک از اجزاءکاری ثبت گردد. هر دوره کاری به قسمت‌های کوچکتری به نام عنصر کاری تفکیک می‌شوند. در حقیقت عنصر کاری بخشی مجزا از کاری معین می‌باشدکه به منظور دقت زمانسنجی و سهولت تجزیه وتحلیل انتخاب می‌شود.

مشاهده و ثبت زمان مصرف شده برای اجزاء مختلف کار به وسیله کرونومتر نوع Flyback صورت می‌گیرد. هم‌چنین زمانگیری به روش گسسته انجام می‌شود. در این روش در زمان پایان هر جزء کاری ، زمان آن را از کرونومتر خوانده و عقربه کرونومتر بلافاصله به صفر باز می‌گردد و زمان عنصر بعدی از صفر اندازه‌گیری می‌شود.[۲۷]

زمانگیری هر عنصر کاری به طور مستقیم انجام می‌شود و کار کرونومتر هرگز متوقف نمی‌شود و عقربه پس از برگشت به صفر بالافاصله برای نشان داد زمان عنصر بعدی شروع به حرکت می‌کند. [۲۷]

به عنوان نمونه زمان‌های اندازه گیری شده برای رله کاهش جریان در جدول‌های ۴-۱-۲ الی ۴-۱-۵ قابل مشاهده است.

جداول بر اساس فعالیت‌های هر ایستگاه کاری تفکیک شده‌اند.

جدول ۴-۱-۲- زمانسنجی رله کاهش جریان در ایستگاه پشتیبانی

نام واحد : رله				نام محصول : رله کاهش جریان								عملیات : پشتیبانی							
شماره عنصر	شرح عنصر	دستگاه	زمان دستگاه	ضریب عملکرد	خالص زمان مشاهده شده در دفعات اندازه‌گیری							میانگین	نرمال
					۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰		
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	__	__	۹۸٪	۰.۱۷	۰.۲	۰.۱۷	۰.۱۸	۰.۲۳	۰.۱۷	۰.۱۵	۰.۲	۰.۱۵	۰.۱۸	۰.۱۸	۰.۱۸
۲	زدن برچسب مونتاژ	__	__	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵
۳	زدن برچسب ترانس	__	__	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۱۰	۰.۱۰
۴	نصب ترانس	هویه	__	۹۸٪	۶.۳۸	۷.۴۵	۵.۴۸	۶.۲۴	۷.۳۲	۵.۱۲	۷.۵۲	۶.۱۳	۵.۲۹	۵.۸۲	۶.۲۸	۶.۱۵
۵	کنترل کیفیت CT	__	__	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵
۶	نصب CT	هویه	__	۹۸٪	۵.۷۸	۶.۲۳	۵.۹۸	۵.۴	۷.۱۵	۶.۸	۷.۴۸	۷.۵۸	۷.۹۶	۶.۷۴	۶.۷۱	۶.۵۸
۷	تست	دستگاه تستر	__	۹۸٪	۸.۱۲	۸.۵۴	۹.۱۲	۸.۴۸	۸.۷۵	۸.۹۶	۸.۹۷	۹.۱۵	۹.۴۵	۹.۱۶	۸.۸۷	۸.۶۹
۸	زدن مهر تست‌کننده	__	__	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۰۷

جدول ۴-۱-۳- زمانسنجی رله کاهش جریان در ایستگاه مونتاژ

نام واحد : رله			نام محصول : رله کاهش جریان	عملیات : مونتاژ											
شماره عنصر	شرح عنصر	دستگاه	زمان دستگاه	ضریب عملکرد	خالص زمان مشاهده شده در دفعات اندازه‌گیری									میانگین	نرمال
					۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
۹	لاکزنی	_	_	۹۸٪	۰.۱۹	۰.۲۲	۰.۲۲	۰.۱۶	۰.۱۷	۰.۲۲	۰.۱۶	۰.۱۸	۰.۲	۰.۱۷	۰.۱۹	۰.۱۸
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	_	_	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶
۱۱	ترمینال زدن	هویه	_	۹۸٪	۰.۶۵	۰.۶۸	۰.۷۵	۰.۸۴	۰.۸۶	۰.۹۶	۰.۶۹	۰.۷۹	۰.۸۴	۰.۶۲	۰.۷۷	۰.۷۵
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	_	_	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶
۱۳	نصب دسته ولوم	_	_	۹۸٪	۰.۶۹	۰.۹۸	۰.۶۳	۱.۰۲	۰.۹۹	۰.۸۷	۰.۸۵	۱.۲	۰.۹۶	۰.۸۴	۰.۹۰	۰.۸۸
۱۴	جا زدن فیبر	_	_	۹۸٪	۰.۸۵	۰.۹۷	۰.۸۲	۰.۷۳	۰.۹۲	۱.۰۷	۰.۹۲	۰.۸۹	۱.۱۶	۰.۹۵	۰.۹۳	۰.۹۱
۱۵	تست زیرباری	تست زیرباری	۵	۹۸٪	۱.۰۲	۰.۹۵	۰.۹۸	۰.۹۵	۰.۹۱	۱.۰۶	۰.۸۷	۰.۹۸	۱.۰۹	۰.۹۴	۵.۹۷	۵.۸۶

جدول ۴-۱-۴- زمانسنجی رله کاهش جریان در ایستگاه تست

نام واحد : رله			نام محصول : رله کاهش جریان	عملیات : تست											
شماره عنصر	شرح عنصر	دستگاه	زمان دستگاه	ضریب عملکرد	خالص زمان مشاهده شده در دفعات اندازه‌گیری									میانگین	نرمال
					۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
۱۶	تست نهایی	دستگاه تستر	_	۹۸٪	۵.۶۸	۷.۴۵	۶.۹۹	۶.۱۲	۷.۹۶	۵.۸۱	۶.۹۳	۶.۱۸	۶.۸۷	۵.۹۱	۶.۵۹	۶.۴۶
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	_	_	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶

جدول ۴-۱-۵- زمانسنجی رله کاهش جریان در ایستگاه بسته‌بندی

نام واحد : رله			نام محصول : رله کاهش جریان	عملیات : بسته‌بندی											
شماره عنصر	شرح عنصر	دستگاه	زمان دستگاه	ضریب عملکرد	خالص زمان مشاهده شده در دفعات اندازه‌گیری									میانگین	نرمال
					۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
۱۸	تمیز کاری	__	__	۹۸٪	۰.۲۶	۰.۳۹	۰.۵	۰.۴	۰.۲۲	۰.۳۷	۰.۴۹	۰.۲۶	۰.۳۳	۰.۴۷	۰.۳۷	۰.۳۶
۱۹	زدن برچسب مشخصات	__	__	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶
۲۰	زدن برچسب گارانتی	__	__	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	__	__	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	__	__	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶
۲۳	آماده‌سازی جعبه	__	__	۹۸٪	۰.۵۸	۰.۶۸	۰.۵۹	۰.۷۹	۰.۵۹	۰.۶۵	۰.۸۱	۰.۶۹	۰.۶	۰.۷۶	۰.۶۸	۰.۶۶
۲۴	قرار دان دستگاه	__	__	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵
۲۵	قرار دادن برشور	__	__	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۴	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۵	۰.۰۵
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	شیرینگ	۰.۲۵	۹۸٪	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۰۱	۰.۱۵	۰.۱۳	۰.۱۲	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۱۵	۰.۳۷	۰.۳۶
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	__	__	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	شیرینگ	۰.۲۵	۹۸٪	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۴	۰.۱۴	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۳۸	۰.۳۷

۴-۱-۲-۲- تعیین بیکاری‌های مجاز

در این مرحله از زمانسنجی ، پس از محاسبه زمان نرمال باید بیکاری‌های مجاز یا الونس کاری را که درصدی از زمان انجام کار را تشکیل می‌دهد تعیین کرد. الونس کاری کلیه موارد مربوط به تأخیرات و خستگی‌های ناشی از اثر کار و سایر موارد دیگر را در بر می‌گیرد.

بیکاری‌های مجاز به دو دسته قابل تقسیم هستند.

بیکاری‌های مجاز ثابت که شامل بیکاری‌های مجاز برای رفع نیازهای شخصی و برای رفع خستگی عمومی است و بیکاری‌های مجاز متغیر که شامل توقف‌های مربوط به استراحت باتوجه به شرایط کاری و محیط کاری ، بیکاری‌های مجاز ناشی از فعالیت ، بیکاری‌های مجاز ناشی از سیاست مدیریت ، بیکاری مجاز ویژه ، بیکاری مجاز و بیکاری مجاز برای تأخیر غیر قابل اجتناب می‌باشد.[۲۷]

۴-۱-۲-۲-۱- بیکاری مجاز ثابت

بیکاری مجاز برای رفع نیازهای شخصی یکی ازمهم‌ترین نیازهای کارگر می‌باشد. این الونس نشان‌دهنده لزوم دور شدن ازمحل کار به منظور برآورده ساختن نیازهای انسانی است که این نیازها می‌تواند شامل شستشوی دست و صورت ، صرف چای و غذا و امثال این موارد باشد. الونس نیازهای شخصی به صورت درصدی ثابت از زمان در نظر گرفته می‌شود.

زمان بیکاری مجاز خستگی بستگی به شخص و طول زمانی کار و شرایط محیطی کار و غیره دارد. این الونس که به مقدارآن ثابت است به میزان انرژی مصرف شده در هنگام انجام یک کار دلالت می‌کند و عبارت است از مقداری که نشان‌دهنده میزان خستگی کارگری است که در حال نشسته با داشتن کار سبک در شرایط مناسب کاری با استفاده نرمال از دست و پا و ابزار کار می‌کند. [۲۷]

بیکاری مجاز ثابت در طول روی معمولاً یکبار در فاصله بین صبح تاظهر و یکبار بعد از ظهر تا خاتمه کار داده می‌شود که این فاصله زمانی بین ۵ تا ۱۵ دقیقه تغییر می‌کند. در بعضی مواقع به جای رفع خستگی به حقوق کارگران اضافه می‌نمایند اما این کار ممکن است که باعث شود تا بهره‌وری کاردر طول روز ناشی از خستگی کارگر کاهش یابد و در نتیجه اگرچه به حقوق کارگران به عنوان طرح تشویقی افزوده می‌شود ، اما از سوی دیگر از نظر اقتصادی در برخی موارد به نفع کارخانه نیست. معمولاً کارخانه‌ها درشرایطی که نیاز به رفع

خستگی باشد دوره‌های منظم استراحت را در طول روز در نظر می‌گیرند. زمان مجاز رفع خستگی عمومی را معمولاً ۴ درصد زمان نرمال به صورت ثابت در نظر می‌گیرند. [۲۷]

۴-۱-۲-۲-۲- بیکاری‌های مجاز متغیر

الونس متغیر هنگامی داده می‌شود که شرایط کاری قابل بهبود نباشد و میزان آن بستگی به فاکتورهایی دارد که باتوجه به شرایط کاری تغییر می‌کند. الونس متغیر به صورت درصدی از زمان پایه بیان می‌شود و برای هر عنصر جداگانه محاسبه می‌شود. [۲۷]

➢ بیکاری متغیر استراحت

پارامترهای دیگری در بیکاری مجاز رفع خستگی ناشی از ماهیت کار و شرایط متغیر در نظر گرفته می‌شود که به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

- وزن متوسطی که توسط کارگر جابه‌جا می‌شود.

در برخی کارخانه‌ها دارای کار سخت مانند صنایع سیمان ، ریسندگی و بافندگی که کارگر مجبور به حمل اشیاء سنگین می‌باشد ، در زمان مجاز رفع خستگی بی‌تأثیر نیست.

- شرایطی که کارگر در آن مجبور به فعالیت در فضای بسته توأم با گرد و غبار باشد ، یا ناچار به کار ایستاده به طور تمام وقت از صبح تا پایان شیفت کاری باشد.

مانند کارگرانی که کنترل چند ماشین بافندگی را به عهده دارند با به صورت نشسته کار می‌کنند.

- میزان دقت ویکنواختی کار.

حالتی که در آن کارمند یک اداره پرونده‌ها و مدارک اداری را بررسی می‌کند ، یا فردی که با محاسبات روزانه کاری رو به رو است.

- میزان روشنایی مکان کاری نیز یکی از پارمترهای تعیین کننده زمان مجاز خستگی می‌باشد.
- سرو صدا و ارتعاش‌های موجود در سالن تولید کارخانه‌هایی مانند کارخانه‌های ریسندگی و بافندگی و ماشین‌سازی.

زمان‌های مجاز متغیر هنگامی به کار برده می‌شوند که به دلیل شرایط کاری و محیطی نامناسب ، دیگر نتوان فقط از بیکاری‌های مجاز ثابت استفاده کرد ؛ بلکه ناگزیر به اضافه نمودن زمان مناسبی به بیکاری‌های مجاز باشیم که ناشی از فشارها و زحمت‌های افزوده شده به کارگر در ضمن کار باشد. [۲۷]

در اینجا از جداول زمانها مجاز استراحت با استفاده از سیستم‌های امتیازی به کار برده می‌شوند. در این جداول ،با استفاده از جدول‌های فشار نسبی و سایر جدول تعیین‌کننده عوامل موثر در بیکاری مجاز، زمان مجاز به صورت امتیازی محاسبه شده و سپس از جدول تبدیل امتیازها به درصد، که در جدول ۴-۱-۶ نشان داده دشه است ؛ بیکاری مجاز را به دست می‌آوریم. [۲۷]

جدول ۴-۱-۶- جدول تعیین بیکاری‌های مجاز با توجه به امتیازات حاصل از عوامل موثر بر بیکاری‌های مجاز

امتیاز	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۱
۱۰	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
۲۰	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۴	۱۴	۱۴	۱۵	۱۵
۳۰	۱۵	۱۶	۱۶	۱۶	۱۷	۱۷	۱۷	۱۸	۱۸	۱۸
۴۰	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳
۵۰	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۲۸	۲۸	۲۹
۶۰	۳۰	۳۰	۳۱	۳۲	۳۲	۳۳	۳۴	۳۴	۳۵	۳۶
۷۰	۳۷	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴
۸۰	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۸	۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	۵۳
۹۰	۵۴	۵۶	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲	۶۳
۱۰۰	۶۳	۶۵	۶۶	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴
۱۱۰	۷۵	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۷
۱۲۰	۸۸	۸۹	۹۱	۹۲	۹۳	۹۵	۹۶	۹۷	۹۹	۱۰۰
۱۳۰	۱۰۱	۱۰۳	۱۰۵	۱۰۶	۱۰۷	۱۰۹	۱۱۰	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۵
۱۴۰	۱۱۶	۱۱۸	۱۱۹	۱۲۱	۱۲۲	۱۲۳	۱۲۵	۱۲۶	۱۲۸	۱۳۰

در جدول ۴-۱-۷ بیکاری‌های مجاز برای هر عنصر باتوجه به عوامل آن ، محاسبه شده است.

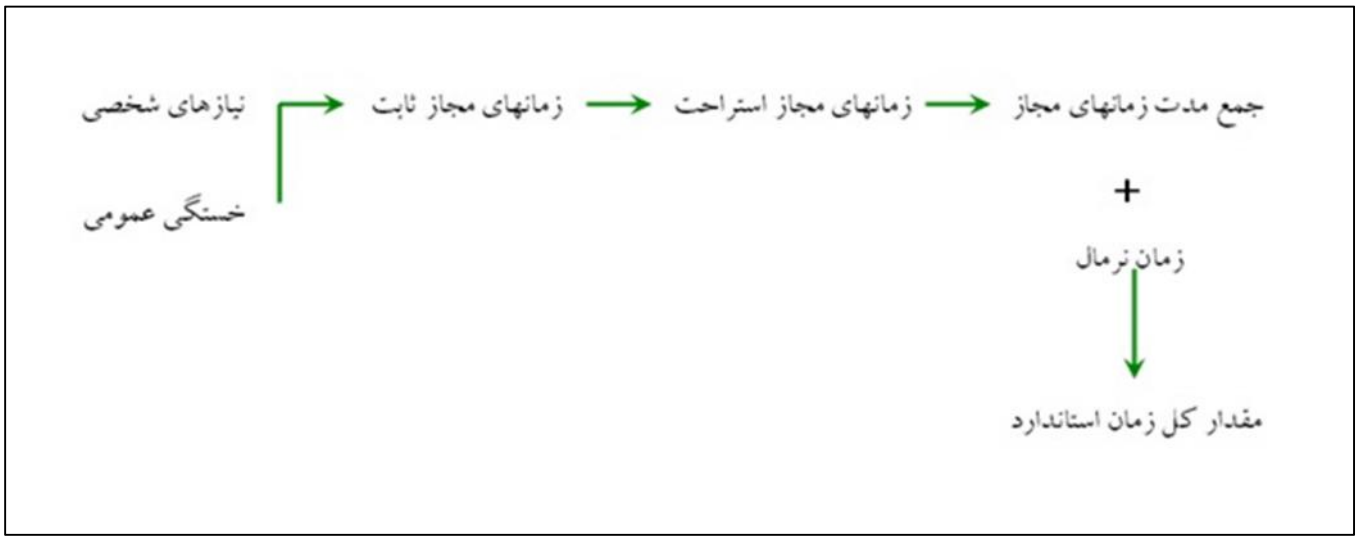
جدول ۴-۱-۷- تعیین الونس کاری

جدول تعیین الونس													
بیکاری های مجاز استراحت(امتیاز)													
	الونس تنش های فیزیکی			الونس تنش های فکری				الونس شرایط محیط کار					مجموع امتیاز	درصد بیکاری مجاز
نوع عنصر	میانگین نیروی اعمالی	وضعیت بدن	لباس محدودکننده	تمرکز	یکنواختی کار	تنش بینایی	تنش شنوایی	تهویه	کثیفی	درجه حرارت	دودوبخار	گردوغبار		
کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۰	۰	۰	۷	۵	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶	۱۲٪
زدن برچسب مونتاژ	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۱۰٪
زدن برچسب ترانس	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۱۰٪
نصب ترانس	۰	۰	۱	۱۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۷	۱۲٪
کنترل کیفیت CT	۰	۰	۱	۷	۵	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۲٪
نصب CT	۰	۰	۱	۱۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۷	۱۲٪
تست	۰	۰	۱	۵	۵	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۲٪
زدن مهر تست‌کننده	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۱۰٪
لاکزنی	۰	۰	۱	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۷	۱۱٪
کنترل کیفیت ترمینال	۰	۰	۰	۵	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱۱٪
ترمینال زدن	۰	۰	۱	۴	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۱	۱۱٪
کنترل کیفیت درب و ولوم	۰	۰	۰	۵	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱۱٪
نصب دسته ولوم	۰	۰	۰	۴	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۰	۱۱٪
جا زدن فیبر	۰	۰	۰	۴	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۰	۱۱٪

جدول تعیین الونس													
بیکاری‌های مجاز استراحت(امتیاز)													
	الونس تنش های فیزیکی			الونس تنش های فکری				الونس شرایط محیط کار						مجموع امتیاز	درصد بیکاری مجاز
نوع عنصر	میانگین نیروی اعمالی	وضعیت بدن	لباس محدودکننده	تمرکز	یکنواختی کار	تنش بینایی	تنش شنوایی	تهویه	کثیفی	درجه حرارت	دودوبخار	گردوغبار			
تست زیرباری		۲	۱	۱۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۱۸	۱۲٪
تست نهایی	۰	۰	۱	۷	۵	۴	۰	۰	۰	۰	۱	۰		۱۸	۱۲٪
زدن برچسب تست‌کننده	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۵	۱۰٪
تمیز کاری	۰	۰	۱	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰		۷	۱۲٪
زدن برچسب مشخصات	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۵	۱۰٪
زدن برچسب گارانتی	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۵	۱۰٪
زدن برچسب هلوگرام	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۵	۱۰٪
زدن مهر بسته‌بندی	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۵	۱۰٪
آماده‌سازی جعبه	۰	۲	۰	۱	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۸	۱۱٪
قرار دان دستگاه	۰	۲	۰	۱	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۸	۱۱٪
قرار دادن برشور	۰	۲	۰	۱	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۸	۱۱٪
شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۰	۴	۰	۴	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۱۳	۱۱٪
زدن برچسب شماره سریال	۰	۴	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۹	۱۱٪
شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۰	۴	۰	۴	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۱۳	۱۱٪

۴-۱-۲-۳- محاسبه زمان استاندارد

آخرین مرحله ا ززمانسنجی محاسبه زمان استاندارد کار است. بدین منظور برای هر محصول با استفاده از زمان‌های اندازه‌گیری شده ، زمان استاندارد را محاسبه می‌کنیم .البته لازم به ذکر است به منظور افزایش صحت زمانسنجی از نمونه زمان‌های مشاهده شده توسط شرکت ، درمحاسبه زمان نرمال استفاده شد. روند محاسبه زمان استاندارد در شکل ۴-۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱-۱- روند محاسبه زمان استاندارد

جداول ۴-۱-۸ الی ۴-۱-۱۵ به ترتیب محاسبه زمان استاندارد رله کاهش جریان ، رله کاهش ولتاژ ، رله افزایش جریان ، رله افزایش ولتاژ ، رله کنترل فاز ، تایمر تأخیر در وصل ،تایمر تأخیر در قطع و تایمر راه‌پله را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱-۸- محاسبه زمان استاندارد رله کاهش جریان

نام واحد : رله			نام محصول : رله کاهش جریان			
شماره عنصر	شرح عنصر	ضریب عملکرد	میانگین کل	نرمال	درصد بیکاری مجاز	زمان استاندارد
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۹۸٪	۰.۲۱	۰.۲۱	۱۲٪	۰.۲۳
۲	زدن برچسب مونتاژ	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۳	زدن برچسب ترانس	۹۸٪	۰.۱۳	۰.۱۳	۱۰٪	۰.۱۴
۴	نصب ترانس	۹۸٪	۶.۳۱	۶.۱۸	۱۲٪	۶.۹۲
۵	کنترل کیفیت CT	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۹	۱۲٪	۰.۱۰
۶	نصب CT	۹۸٪	۶.۷۲	۶.۵۹	۱۲٪	۷.۳۸
۷	تست	۹۸٪	۸.۹۰	۸.۷۲	۱۲٪	۹.۷۷
۸	زدن مهر تست‌کننده	۹۸٪	۰.۱۱	۰.۱۱	۱۰٪	۰.۱۲
۹	لاکزنی	۹۸٪	۰.۲۰	۰.۱۹	۱۱٪	۰.۲۱
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۱۱	ترمینال زدن	۹۸٪	۰.۷۸	۰.۷۶	۱۱٪	۰.۸۵
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۱٪	۰.۰۷
۱۳	نصب دسته ولوم	۹۸٪	۰.۹۱	۰.۸۹	۱۱٪	۰.۹۹
۱۴	جا زدن فیبر	۹۸٪	۰.۹۴	۰.۹۲	۱۱٪	۱.۰۲
۱۵	تست زیرباری	۹۸٪	۵.۹۸	۵.۸۶	۱۲٪	۶.۵۷
۱۶	تست نهایی	۹۸٪	۶.۶۴	۶.۵۱	۱۲٪	۷.۲۹
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	۹۸٪	۰.۱۱	۰.۱۱	۱۰٪	۰.۱۲
۱۸	تمیز کاری	۹۸٪	۰.۳۸	۰.۳۸	۱۲٪	۰.۴۲
۱۹	زدن برچسب مشخصات	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۸
۲۰	زدن برچسب گارانتی	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۸
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۸
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۸
۲۳	آماده‌سازی جعبه	۹۸٪	۰.۶۹	۰.۶۸	۱۱٪	۰.۷۶
۲۴	قرار دان دستگاه	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۱٪	۰.۰۷
۲۵	قرار دادن برشور	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۹۸٪	۰.۳۹	۰.۳۸	۱۱٪	۰.۴۲
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۱٪	۰.۰۸
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۹۸٪	۰.۴۰	۰.۳۹	۱۱٪	۰.۴۳
					جمع	۴۵

جدول ۴-۱-۹- محاسبه زمان استاندارد رله کاهش ولتاژ

نام واحد : رله			نام محصول : رله کاهش ولتاژ			
شماره عنصر	شرح عنصر	ضریب عملکرد	میانگین کل	نرمال	درصد بیکاری مجاز	زمان استاندارد
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۹۸٪	۰.۱۹	۰.۱۹	۱۲٪	۰.۲۱
۲	زدن برچسب مونتاژ	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۰٪	۰.۰۷
۳	زدن برچسب ترانس	۹۸٪	۰.۱۱	۰.۱۱	۱۰٪	۰.۱۲
۴	نصب ترانس	۹۸٪	۶.۲۹	۶.۱۶	۱۲٪	۶.۹۰
۵	کنترل کیفیت CT	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۲٪	۰.۰۷
۶	نصب CT	۹۸٪	۶.۷۰	۶.۵۶	۱۲٪	۷.۳۵
۷	تست	۹۸٪	۶.۸۶	۶.۷۲	۱۲٪	۷.۵۳
۸	زدن مهر تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۹	۱۰٪	۰.۰۹
۹	لاکزنی	۹۸٪	۰.۲۰	۰.۱۹	۱۱٪	۰.۲۱
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۶
۱۱	ترمینال زدن	۹۸٪	۰.۷۷	۰.۷۶	۱۱٪	۰.۸۴
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۱۳	نصب دسته ولوم	۹۸٪	۰.۹۰	۰.۸۹	۱۱٪	۰.۹۸
۱۴	جا زدن فیبر	۹۸٪	۰.۹۴	۰.۹۲	۱۱٪	۱.۰۲
۱۵	تست زیرباری	۹۸٪	۵.۹۸	۵.۸۶	۱۲٪	۶.۵۷
۱۶	تست نهایی	۹۸٪	۶.۵۳	۶.۴۰	۱۲٪	۷.۱۷
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۶
۱۸	تمیز کاری	۹۸٪	۰.۳۶	۰.۳۵	۱۲٪	۰.۳۹
۱۹	زدن برچسب مشخصات	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۰	زدن برچسب گارانتی	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۸
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۲۳	آماده‌سازی جعبه	۹۸٪	۰.۷۰	۰.۶۸	۱۱٪	۰.۷۶
۲۴	قرار دان دستگاه	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۵	قرار دادن برشور	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۹۸٪	۰.۳۸	۰.۳۷	۱۱٪	۰.۴۲
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۱٪	۰.۰۷
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۹۸٪	۰.۳۹	۰.۳۸	۱۱٪	۰.۴۳
					جمع	۴۲

جدول ۴-۱-۱۰- محاسبه زمان استاندارد رله افزایش جریان

نام واحد : رله			نام محصول : رله افزایش جریان			
شماره عنصر	شرح عنصر	ضریب عملکرد	میانگین کل	نرمال	درصد بیکاری مجاز	زمان استاندارد
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۹۸٪	۰.۱۷	۰.۱۶	۱۲٪	۰.۱۸
۲	زدن برچسب مونتاژ	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۳	زدن برچسب ترانس	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۹	۱۰٪	۰.۰۹
۴	نصب ترانس	۹۸٪	۶.۲۶	۶.۱۴	۱۲٪	۶.۸۷
۵	کنترل کیفیت CT	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۲٪	۰.۰۶
۶	نصب CT	۹۸٪	۶.۷۰	۶.۵۶	۱۲٪	۷.۳۵
۷	تست	۹۸٪	۸.۸۶	۸.۶۸	۱۲٪	۹.۷۲
۸	زدن مهر تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۰٪	۰.۰۷
۹	لاکزنی	۹۸٪	۰.۱۸	۰.۱۸	۱۱٪	۰.۲۰
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۶
۱۱	ترمینال زدن	۹۸٪	۰.۷۷	۰.۷۵	۱۱٪	۰.۸۴
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۶
۱۳	نصب دسته ولوم	۹۸٪	۰.۹۰	۰.۸۸	۱۱٪	۰.۹۸
۱۴	جا زدن فیبر	۹۸٪	۰.۹۴	۰.۹۲	۱۱٪	۱.۰۲
۱۵	تست زیرباری	۹۸٪	۵.۹۸	۵.۸۷	۱۲٪	۶.۵۷
۱۶	تست نهایی	۹۸٪	۶.۵۶	۶.۴۳	۱۲٪	۷.۲۰
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۶
۱۸	تمیز کاری	۹۸٪	۰.۳۶	۰.۳۵	۱۲٪	۰.۳۹
۱۹	زدن برچسب مشخصات	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۰	زدن برچسب گارانتی	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۸
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۲۳	آماده‌سازی جعبه	۹۸٪	۰.۶۶	۰.۶۴	۱۱٪	۰.۷۱
۲۴	قرار دان دستگاه	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۵	قرار دادن برشور	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۹۸٪	۰.۳۶	۰.۳۵	۱۱٪	۰.۳۹
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	۹۸٪	۰.۰۴	۰.۰۴	۱۱٪	۰.۰۵
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۹۸٪	۰.۳۷	۰.۳۶	۱۱٪	۰.۴۰
					جمع	۴۴

جدول ۴-۱-۱۱- محاسبه زمان استاندارد رله افزایش ولتاژ

نام واحد : رله			نام محصول : رله افزایش ولتاژ			
شماره عنصر	شرح عنصر	ضریب عملکرد	میانگین کل	نرمال	درصد بیکاری مجاز	زمان استاندارد
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۹۸٪	۰.۲۰	۰.۲۰	۱۲٪	۰.۲۲
۲	زدن برچسب مونتاژ	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۰٪	۰.۰۸
۳	زدن برچسب ترانس	۹۸٪	۰.۱۲	۰.۱۲	۱۰٪	۰.۱۳
۴	نصب ترانس	۹۸٪	۶.۳۰	۶.۱۷	۱۲٪	۶.۹۱
۵	کنترل کیفیت CT	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۷	۱۲٪	۰.۰۸
۶	نصب CT	۹۸٪	۶.۶۹	۶.۵۶	۱۲٪	۷.۳۵
۷	تست	۹۸٪	۸.۸۵	۸.۶۸	۱۲٪	۹.۷۲
۸	زدن مهر تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۹	لاکزنی	۹۸٪	۰.۱۸	۰.۱۸	۱۱٪	۰.۲۰
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۵	۱۱٪	۰.۰۶
۱۱	ترمینال زدن	۹۸٪	۰.۷۶	۰.۷۴	۱۱٪	۰.۸۳
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۱٪	۰.۰۸
۱۳	نصب دسته ولوم	۹۸٪	۰.۹۲	۰.۹۰	۱۱٪	۱.۰۰
۱۴	جا زدن فیبر	۹۸٪	۰.۹۴	۰.۹۲	۱۱٪	۱.۰۲
۱۵	تست زیرباری	۹۸٪	۵.۴۷	۵.۳۷	۱۲٪	۶.۰۱
۱۶	تست نهایی	۹۸٪	۶.۰۹	۵.۹۷	۱۲٪	۶.۶۹
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۶
۱۸	تمیز کاری	۹۸٪	۰.۲۹	۰.۲۸	۱۲٪	۰.۳۱
۱۹	زدن برچسب مشخصات	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۰	زدن برچسب گارانتی	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۳	آماده‌سازی جعبه	۹۸٪	۰.۵۹	۰.۵۷	۱۱٪	۰.۶۴
۲۴	قرار دان دستگاه	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۵	قرار دادن برشور	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۹۸٪	۰.۲۹	۰.۲۹	۱۱٪	۰.۳۲
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۱٪	۰.۰۶
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۹۸٪	۰.۳۲	۰.۳۱	۱۱٪	۰.۳۴
					جمع	۴۳

جدول ۴-۱-۱۲- محاسبه زمان استاندارد رله کنترل فاز

نام واحد : رله			نام محصول : رله کنترل فاز			
شماره عنصر	شرح عنصر	ضریب عملکرد	میانگین کل	نرمال	درصد بیکاری مجاز	زمان استاندارد
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۹۸٪	۰.۲۸	۰.۲۷	۱۲٪	۰.۳۱
۲	زدن برچسب مونتاژ	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۶
۳	زدن برچسب ترانس	۹۸٪	۰.۱۰	۰.۱۰	۱۰٪	۰.۱۱
۴	نصب ترانس	۹۸٪	۶.۵۲	۶.۳۹	۱۲٪	۷.۱۵
۵	کنترل کیفیت CT	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۲٪	۰.۰۷
۶	نصب CT	۹۸٪	۵.۴۴	۵.۳۳	۱۲٪	۵.۹۷
۷	تست	۹۸٪	۴.۸۹	۴.۷۹	۱۲٪	۵.۳۶
۸	زدن مهر تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۸
۹	لاکزنی	۹۸٪	۰.۱۸	۰.۱۸	۱۱٪	۰.۲۰
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۶
۱۱	ترمینال زدن	۹۸٪	۰.۶۲	۰.۶۱	۱۱٪	۰.۶۸
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۱۳	نصب دسته ولوم	۹۸٪	۰.۸۹	۰.۸۷	۱۱٪	۰.۹۷
۱۴	جا زدن فیبر	۹۸٪	۰.۹۱	۰.۹۰	۱۱٪	۰.۹۹
۱۵	تست زیرباری	۹۸٪	۵.۹۶	۵.۸۴	۱۲٪	۶.۵۴
۱۶	تست نهایی	۹۸٪	۶.۶۵	۶.۵۲	۱۲٪	۷.۳۰
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۶
۱۸	تمیز کاری	۹۸٪	۰.۳۶	۰.۳۵	۱۲٪	۰.۳۹
۱۹	زدن برچسب مشخصات	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۰	زدن برچسب گارانتی	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۹	۱۰٪	۰.۱۰
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۹	۱۰٪	۰.۱۰
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۹	۱۰٪	۰.۱۰
۲۳	آماده‌سازی جعبه	۹۸٪	۰.۷۱	۰.۷۰	۱۱٪	۰.۷۷
۲۴	قرار دان دستگاه	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۸	۱۱٪	۰.۰۹
۲۵	قرار دادن برشور	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۱٪	۰.۰۹
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۹۸٪	۰.۳۸	۰.۳۷	۱۱٪	۰.۴۲
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۱٪	۰.۰۷
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۹۸٪	۰.۳۹	۰.۳۸	۱۱٪	۰.۴۳
					جمع	۳۹

جدول ۴-۱-۱۳- محاسبه زمان استاندارد تایمر تأخیر در وصل

نام واحد : رله			نام محصول : تایمر تاخیر در وصل			
شماره عنصر	شرح عنصر	ضریب عملکرد	میانگین کل	نرمال	درصد بیکاری مجاز	زمان استاندارد
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۹۸٪	۰.۱۷	۰.۱۶	۱۲٪	۰.۱۸
۲	زدن برچسب مونتاژ	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۳	زدن برچسب ترانس	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۴	نصب ترانس	۹۸٪	۳.۲۶	۳.۲۰	۱۲٪	۳.۵۸
۵	کنترل کیفیت CT	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۲٪	۰.۰۶
۶	نصب CT	۹۸٪	۳.۵۴	۳.۴۷	۱۲٪	۳.۸۸
۷	تست	۹۸٪	۵.۳۰	۵.۱۹	۱۲٪	۵.۸۲
۸	زدن مهر تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۰٪	۰.۰۷
۹	لاکزنی	۹۸٪	۰.۱۶	۰.۱۶	۱۱٪	۰.۱۸
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۱٪	۰.۰۶
۱۱	ترمینال زدن	۹۸٪	۰.۴۹	۰.۴۸	۱۱٪	۰.۵۳
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۱٪	۰.۰۵
۱۳	نصب دسته ولوم	۹۸٪	۰.۴۷	۰.۴۶	۱۱٪	۰.۵۱
۱۴	جا زدن فیبر	۹۸٪	۰.۴۹	۰.۴۸	۱۱٪	۰.۵۴
۱۵	تست زیرباری	۹۸٪	۴.۱۵	۴.۰۷	۱۲٪	۴.۵۶
۱۶	تست نهایی	۹۸٪	۵.۱۰	۵.۰۰	۱۲٪	۵.۶۰
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۶
۱۸	تمیز کاری	۹۸٪	۰.۲۴	۰.۲۳	۱۲٪	۰.۲۶
۱۹	زدن برچسب مشخصات	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۰	زدن برچسب گارانتی	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۳	آماده‌سازی جعبه	۹۸٪	۰.۳۸	۰.۳۷	۱۱٪	۰.۴۱
۲۴	قرار دان دستگاه	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۵	قرار دادن برشور	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۹۸٪	۰.۲۹	۰.۲۹	۱۱٪	۰.۳۲
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۱٪	۰.۰۶
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۹۸٪	۰.۳۰	۰.۲۹	۱۱٪	۰.۳۲
					جمع	۲۸

جدول ۴-۱-۱۴- محاسبه زمان استاندارد تایمر تأخیر در قطع

نام واحد : رله			نام محصول : تایمر تاخیر در قطع			
شماره عنصر	شرح عنصر	ضریب عملکرد	میانگین کل	نرمال	درصد بیکاری مجاز	زمان استاندارد
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۹۸٪	۰.۱۸	۰.۱۷	۱۲٪	۰.۱۹
۲	زدن برچسب مونتاژ	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۳	زدن برچسب ترانس	۹۸٪	۰.۱۰	۰.۰۹	۱۰٪	۰.۱۰
۴	نصب ترانس	۹۸٪	۳.۲۸	۳.۲۱	۱۲٪	۳.۵۹
۵	کنترل کیفیت CT	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۲٪	۰.۰۹
۶	نصب CT	۹۸٪	۳.۷۱	۳.۶۳	۱۲٪	۴.۰۷
۷	تست	۹۸٪	۵.۸۷	۵.۷۵	۱۲٪	۶.۴۴
۸	زدن مهر تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۰٪	۰.۰۸
۹	لاکزنی	۹۸٪	۰.۱۹	۰.۱۸	۱۱٪	۰.۲۰
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۵	۱۱٪	۰.۰۶
۱۱	ترمینال زدن	۹۸٪	۰.۷۷	۰.۷۵	۱۱٪	۰.۸۴
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۶
۱۳	نصب دسته ولوم	۹۸٪	۰.۶۴	۰.۶۳	۱۱٪	۰.۷۰
۱۴	جا زدن فیبر	۹۸٪	۰.۷۴	۰.۷۲	۱۱٪	۰.۸۰
۱۵	تست زیرباری	۹۸٪	۴.۳۶	۴.۲۸	۱۲٪	۴.۷۹
۱۶	تست نهایی	۹۸٪	۴.۹۷	۴.۸۷	۱۲٪	۵.۴۶
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۶
۱۸	تمیز کاری	۹۸٪	۰.۳۶	۰.۳۵	۱۲٪	۰.۳۹
۱۹	زدن برچسب مشخصات	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۰	زدن برچسب گارانتی	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۳	آماده‌سازی جعبه	۹۸٪	۰.۴۳	۰.۴۲	۱۱٪	۰.۴۷
۲۴	قرار دان دستگاه	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۵	قرار دادن برشور	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۹۸٪	۰.۲۹	۰.۲۹	۱۱٪	۰.۳۲
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۱٪	۰.۰۶
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۹۸٪	۰.۳۵	۰.۳۴	۱۱٪	۰.۳۸
					جمع	۳۰

جدول ۴-۱-۱۵- محاسبه زمان استاندارد تایمر راه‌پله

نام واحد : رله			نام محصول : تایمر راه‌پله			
شماره عنصر	شرح عنصر	ضریب عملکرد	میانگین کل	نرمال	درصد بیکاری مجاز	زمان استاندارد
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	۹۸٪	۰.۱۵	۰.۱۴	۱۲٪	۰.۱۶
۲	زدن برچسب مونتاژ	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۳	زدن برچسب ترانس	۹۸٪	۰.۰۷	۰.۰۷	۱۰٪	۰.۰۷
۴	نصب ترانس	۹۸٪	۳.۲۴	۳.۱۸	۱۲٪	۳.۵۶
۵	کنترل کیفیت CT	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۹	۱۲٪	۰.۱۰
۶	نصب CT	۹۸٪	۴.۷۱	۴.۶۱	۱۲٪	۵.۱۷
۷	تست	۹۸٪	۶.۸۷	۶.۷۳	۱۲٪	۷.۵۴
۸	زدن مهر تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۹	۰.۰۸	۱۰٪	۰.۰۹
۹	لاکزنی	۹۸٪	۰.۲۴	۰.۲۳	۱۱٪	۰.۲۶
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال	۹۸٪	۰.۱۱	۰.۱۰	۱۱٪	۰.۱۲
۱۱	ترمینال زدن	۹۸٪	۰.۷۴	۰.۷۲	۱۱٪	۰.۸۰
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	۹۸٪	۰.۰۸	۰.۰۸	۱۱٪	۰.۰۹
۱۳	نصب دسته ولوم	۹۸٪	۰.۸۷	۰.۸۵	۱۱٪	۰.۹۵
۱۴	جا زدن فیبر	۹۸٪	۰.۸۹	۰.۸۸	۱۱٪	۰.۹۷
۱۵	تست زیرباری	۹۸٪	۵.۹۴	۵.۸۲	۱۲٪	۶.۵۲
۱۶	تست نهایی	۹۸٪	۶.۶۸	۶.۵۴	۱۲٪	۷.۳۳
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۶
۱۸	تمیز کاری	۹۸٪	۰.۳۶	۰.۳۵	۱۲٪	۰.۳۹
۱۹	زدن برچسب مشخصات	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۰	زدن برچسب گارانتی	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۱	زدن برچسب هلوگرام	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۰٪	۰.۰۵
۲۳	آماده‌سازی جعبه	۹۸٪	۰.۶۰	۰.۵۹	۱۱٪	۰.۶۵
۲۴	قرار دان دستگاه	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۵	قرار دادن برشور	۹۸٪	۰.۰۶	۰.۰۶	۱۱٪	۰.۰۷
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول	۹۸٪	۰.۲۹	۰.۲۹	۱۱٪	۰.۳۲
۲۷	زدن برچسب شماره سریال	۹۸٪	۰.۰۵	۰.۰۵	۱۱٪	۰.۰۶
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم	۹۸٪	۰.۴۲	۰.۴۱	۱۱٪	۰.۴۵
					جمع	۳۶

۴-۱-۳- برنامه‌ریزی تولید

تصمیمات کلیدی مربوط به طراحی سیستم ، ویژگی‌های اصلی یک سازمان را تعیین می‌کند. یعنی مشخص‌کننده میزان رقابت و ظرفیت برای برآورده کردن نیازهای بازار به کالاها و خدمات هستند. هدف برنامه‌ریزی تولید بهترین استفاده ممکن از ظرفیت موجود جهت ارضاء تقاضا در خلال یک دوره است به طوری که مشخصات اصلی سازمان حفظ شود.

در صورتی که نرخ تقاضا ثابت و یا زمان تولید برای هرسفارش جزیی باشد ، آماده کردن طرح تولید ساده خواهد بود ، اما تحقق این شرایط در زندگی واقعی بعید به نظر می‌رسد.

بنابراین برنامه‌ریز تولید وظیفه مشکلی در ثبت زمان‌های مشخص تولید داشته و با گروهی از عوامل نامطئن مانند تخمین تقاضا ، زمان‌های تأخیر عرضه تولیدات و نرخ‌های تولید داخلی مواجه است.

تقاضا برای بیشتر کالاهای مصرفی نشان‌دهنده نوسانات مشخصی از یک دوره به دوره دیگر می‌باشد. بعضی از این تغییرات قسمتی از یک روند بلندمدت بوده و یا مربوط به عوامل فصلی هستند.

۴-۱-۳-۱- انواع برنامه‌های تولید

انتخاب روش برنامه‌ریزی صحیح برای یک سازمان بستگی به عوامل متعددی دارد. برخی از این عوامل، خارجی هستند مانند نوع خدمات بازار ، ساختار اقتصادی و از این دست ؛ و برخی دیگرعوامل داخلی هستند از جمله عقاید مدیریت درباره آینده، کارشناسان موجود درسازمان و غیره. بارزترین مساله در چگونگی تهیه یک برنامه طول افق برنامه‌ریزی است.

برنامه‌های تولید براساس طول افق برنامه‌ریزی به برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت تقسیم می‌شوند. هر نوع برنامه‌ریزی براساس اطلاعات مورد نیاز ، دامنه و محدودیت‌ها و تعداد متغیرهای تحت کنترل ، مشخص می‌شود. هرچه طول افق برنامه‌ریزی کاهش یابد ، نیاز به اطلاعات مشخص‌تر ، بیشتر می‌شود و لزوم تطبیق با شرایط بیشتر می‌گردد. به طور خلاصه در حرکت از سوی برنامه‌ریزی بلندمدت به سوی برنامه‌ریزی کوتامدت ، از سطح تصمیم‌گیری راهبردی به سمت تصمیم‌گیری تاکتیکی حرکت می‌کنیم.

➢ برنامه‌های بلندمدت تولید

هر چند که حد بالایی برای طول زمان برنامه‌ریزی وجود ندارد ، لیکن معمولاً یک برنامه بلندمدت ، به صورت ۵ ساله یا بیشتر در نظر گرفته می‌شود ، که حداقل زمان لازمبرای تغییر ظرفیت موجود است. تا زمانی که ظرفیت دچار تغییر نشود ، می‌توان از یک برنامه مشخص استفاده کرد.[۲]

بدین ترتیب برنامه‌های بلند مدت تولیدی به تصمیمات طراحی سیستم مربوط می‌شوند. به طور کلی یک برنامه بلندمدت تولید بر پیش‌بینی‌های اقتصادی متمرکز بوده و اثرات پیش‌بینی شده را روی فعالیت‌های تولید سازمان ، مورد ازریابی قرار می‌دهد. به موازات این ، مدیریت ، اثر تغییرات احتمالی در ارتباط با مسائل اجتماعی وسیاسی محیط و مسائل رقابتی را موردآزمایش قرار می‌دهد.

➢ برنامه‌های میان‌مدت تولید

برای یک افق برنامه‌ریزی ۱ الی ۲۴ ماهه ، برنامه‌های میان‌مدت تولید در چارچوبی که برنامه‌های بلندمدت مشخص کرده ، تهیه می‌شوند. در این نوع برنامه‌ریزی فرض بر ظرفیت نسبتاً ثابت است. یک برنامه میان‌مدت براساس یک پیش‌بینی سالانه ولی ماه به ماه تقاضا و منابع موجود تولید از جمله کارگر ، موجودی ، هزینه‌های جاری تولید ، عرضه‌کنندگان و قراردادهای جانبی ، تهیه می‌شوند. [۲]

ورودی‌های برنامه‌ریزی میان‌مدت شامل پیش‌بینی‌های تقاضا ، محدودیت‌های مالی ، محدودیت‌های ظرفیت ، اهداف راهبردی و خط مشی شرکت می‌باشد. خروجی‌های برنامه‌های میان‌مدت تولید نیز عبارتند از اندازه نیروی کار تولید براساس واحدها یا دارایی‌های فروخته شده ، سطوح موجودی و تعداد واحدها یا قراردادهای فرعی سفارشات.

➢ برنامه‌های کوتاه‌مدت یا زمانبندی

برنامه‌ریز تولید برای زمان‌های کم تر از یک ماه برنامه‌های کوتاه‌مدتی را به نام طرح‌های زمانبندی تهیه می‌کند ، هدف از تهیه یک طرح زمانبندی تولید، برآورد واقعی تقاضا است.

در این رابطه محدودیت‌های اعمال شده توسط برنامه میان‌مدت تولید کاملاً رعایت می‌شوند. ورودی برنامه‌کوتاه مدت تولید سفارشات دریافتی و زمان تحویل مطلوب و خروجی آن تخصیص سفارشات دریافتی به بخش‌ها ، شیفت ها ، افراد و تجهیزات مشخص می‌باشد. [۲]

در اینجا برنامه‌ریزی میان‌مدت و کوتاه‌مدت متناسب با نوع شرکت و محصولات تولیدی مد نظر قرار می‌گیرند.

۴-۱-۴- اجرای برنامه تولید

برای برنامه‌ریزی میان‌مدت ، مهم‌ترین عامل داشتن اطلاعات فروش در دوره‌های گذشته است؛ چرا که این اطلاعات فارغ از هرگونه برنامه و طرح ، نشان‌دهنده ساز وکار سازمان و تأثیر عوامل داخلی وخارجی بر روندکلی برنامه‌ریزی هستند.

برای تهیه یک برنامه میان‌مدت برای سال بعد ، اطلاعات فروش سال گذشته به تفکیک هر ماه مورد نیاز است. برای پیش‌بینی فروش از روش پیش‌بینی بر مبنای عقیده معقول استفاده می‌شود. این روش بر مبنای نظر فروشنده و سایر افراد مطلع در مورد حجم فورش استوار می‌گردد. این نوع پیش‌بینی این سود را دارد که افرادی که با فروش سروکار دارند ، فروش محصول در شرایط بازارهای مختلف را تجربه کرده‌اند و بنابراین بهترین افراد واجد شرایط هستند که می‌توانند عقیده و نظری را درباره آینده ابراز دارند.

بنابراین برای تهیه این اطلاعات ، که مبنای برنامه فروش سال بعد است؛ ضروری است که در ابتدای هر سال جلسه‌ای با حضور مدیریت ارشد ، مدیر فروش و بازاریابی ، مدیر مالی و مدیر تولید برای تدوین برنامه فروش در راستای اهداف و خط مشی سازمان تدوین شود. به طور معمول در این جلسات با صلاح‌دید اعضاء ، بر تولید بعضی محصولات تأکید بیشتری می‌شود و تولید این محصولات با افزایش درصدی نسبت به سال قبل در دستور کار قرار می‌گیرد؛ تولید بعضی محصولات نیز ممکن است متوقف شده و یا در الویت‌های پایین قرار بگیرد.

جدول ۴-۱-۱۶ برنامه میان‌مدت تولید محصولات شرکت آسیاتک الکترونیک را نشان می‌دهد. در اینجا طبق نظر مدیران ، تولید سال ۹۳ ، ۳۵ درصد افزایش نسبت به سال گذشته برنامه‌ریزی شده است.

جدول ۴-۱-۱۶- برنامه میان‌مدت

محصولات	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	جمع
رله کاهش جریان	۴۸	۹۸	۸۸	۸۶	۸۶	۴	۰	۹۸	۴۵	۴۰	۳۵		۶۲۸
رله کاهش ولتاژ	۴۲	۶۱	۱۵	۵۵	۲۰	۲۰۰	۳۷	۴۴	۴۶	۶۷	۱۲۴		۷۱۱
رله افزایش جریان	۲۰	۳	۱۴	۱۹	۱۴	۰	۲۴	۵	۳	۱۴	۵		۱۲۱
رله افزایش ولتاژ	۱۰	۱	۳	۹	۰	۰	۴۲	۱	۰	۱	۰		۶۷
رله کنترل بار	۲۸	۳۲	۴۳	۴	۲۸	۳۶	۴۵	۰	۴۷	۳۱	۴۱		۳۳۵
تایمر تاخیر در قطع	۱۷	۳۷	۲۴	۱۶	۱۶	۳۵	۱۳	۳	۳۴	۶	۳۷		۲۳۸
تایمر تاخیر در وصل	۹	۵	۱۷	۱۰	۲	۱۰	۲۲	۱	۳۰	۰	۸		۱۱۴
تایمرراه پله	۱۰	۸۲	۲۰	۴۵	۶	۳	۰	۲۰	۲	۱۰	۲۱		۲۱۹

جدول ۴-۱-۱۶- برنامه میان‌مدت

محصولات	تعداد کل ۹۲	میانگین فروش سال ۹۲	برنامه فروش ۹۳	تعداد کل ۹۳	حداقل موجودی انبار	حداکثر موجودی انبار
رله کاهش جریان	۶۲۸	۵۷	۷۷	۸۴۸	۸۵	۱۷۰
رله کاهش ولتاژ	۷۱۱	۶۵	۸۷	۹۶۰	۹۶	۱۹۲
رله افزایش جریان	۱۲۱	۱۱	۱۵	۱۶۳	۱۶	۳۳
رله افزایش ولتاژ	۶۷	۶	۸	۹۰	۹	۱۸
رله کنترل بار	۳۳۵	۳۰	۴۱	۴۵۲	۴۵	۹۰
تایمر تاخیر در قطع	۲۳۸	۲۲	۲۹	۳۲۱	۳۲	۶۴
تایمر تاخیر در وصل	۱۱۴	۱۰	۱۴	۱۵۴	۱۵	۳۱
تایمرراه پله	۲۱۹	۲۰	۲۷	۲۹۶	۳۰	۵۹

بر اساس برنامه میان‌مدت ، برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت را به صورت ماهانه محاسبه می‌کنیم. بدین منظور بر اساس اطلاعات دریافتی از واحد فروش و به علت نوسانات تقاضا در طول سال و تفاوت آن در نیمسال اول با باقی ماه‌ها ، میانگین فروش نیمسال اول سال با احتساب افزایش تقاضا ، به عنوان میزان تولید در نیمسال اول در نظرگرفته می‌شود. برای نیمسال دوم ماه نیز به همین صورت محاسبه انجام می‌شود.

با یک مثال نحوه انجام برنامه‌ریزی ماهانه را توضیح می‌دهیم. فرض می‌شود که می‌خواهیم برای برج ۴ برنامه ماهانه تهیه کنیم که این برنامه در برج ۴ در دستور کار تولید قرار بگیرد. بدین منظور در ابتدای برج ۳ ، این برنامه را تهیه می‌کنیم و به واحد تولید ارائه می‌شود.

در همین راستا موجودی انبار محصول نهایی را در ابتدای برج ۳ اندازه‌گیری می‌کنیم. میزان تولید برج ۳ نیز از قبل تعیین شده است ، در انتهای برج ۳ به موجودی محصول نهایی افزوده می‌شود و برای فروش در برج ۴ آماده خواهد بود؛ چرا که فروش در شرایط عادی به صورت ماهانه صورت می‌گیرد و فرض می‌شود فروش، حداقل به اندازه میانگین فروش نیمسال قبل خواهد بود. میزان تقاضای برج ۴ نیز از طریق محاسبه میانگین فروش نیمسال اول با در نظر گرفتن افزایش تقاضا ، برآورد شده است.

در اینجا شاید تصور شود که میزان تولید در برج ۴ از طریق محاسبه تفاوت میزان تقاضا و کل موجودی انبار محصول نهایی در انتهای برج ۳ به دست می‌آید؛ اما این تصور اشتباهی است ، چرا که اگر میزان تقاضای واقعی بیشتر از میزان مورد انتظار باشد، خالی شدن انبار و کمبود کالا سبب ایجاد هزینه کمبود کالا و فرصت از دست رفته می‌باشد. هم‌چنین در صورت ثابت بودن تقاضا ، خالی بودن انبار ریسک بالایی خواهد داشت ، چرا که ممکن است به دلایل مختلف در زمان تولید و تدارک محصول تأخیر ایجاد شود و این تأخیر سبب افزایش هزینه کمبود کالا خواهد شد.

برای مقابله با تغییرات تصادفی تقاضا و زمان تأخیر کالا باید در انبار ، موجودی احتیاطی وجود داشته باشد. اگر این موجودی بیشتر باشد خطر کمبود کالا را کاهش خواهد داد، ولی افزایش زیاد این ذخیره سبب بالا رفتن هزینه نگهداری موجودی می‌شود. در اینجا ۳۰ درصد میزان تقاضا را به عنوان موجودی اطمینان در نظرمی‌گیریم.

نقطه سفارش محصول به صورت زیر محاسبه می‌شود.

موجودی انتهای دوره – ذخیره اطمینان + تقاضای پیش‌بینی شده = نقطه سفارش

پس از تعیین نقطه سفارش ، براساس زمان استاندارد تولید هر محصول ، کل زمان مورد نیاز برای تولید را محاسبه می‌کنیم. زمان در دسترس بر اساس تقویم کاری شرکت محاسبه شده و بدین ترتیب مشخص می‌شود که آیا در زمان کاری این میزان از تولید امکان‌پذیر است یا نیاز به اضافه‌کاری دارد.

لازم به ذکر است که تمامی محصولات باید تولید شوند و هیچ‌کدام اولویت و برتری نسبت به یکدیگر ندارند .بنابراین در صورت کمبود زمان کاری ، با استفاده از اضافه‌کاری باید این مقدار جبران شود.

برای محاسبه زمان در دسترس ، ۲۴ روز کاری در ماه در نظر گرفته شده است.

تمامی زمان‌ها بر حسب دقیقه محاسبه شده است.

در جدول ۴-۱-۱۷ میزان تولید را برای ۶ محصول ذکر شده در برج ۴ محاسبه شده است.

سپس عناصر را به تفکیک انجام آن توسط هر اپراتور ، در جدول ۴-۱-۱۸ نشان داده شده و میزان اضافه‌کاری را برای هر فرد به صورت مستقل محاسبه می‌کنیم.

جدول ۴-۱-۱۷- برنامه تولید کوتاه‌مدت

محصولات	موجودی انبار در ابتدای برج۳	تولید برج ۳	میانگین فروش نیمسال اول	موجودی انبار در انتهای برج۳	افزایش تولید	دخیره اطمینان
رله کاهش جریان	۶	۷۴	۶۸	۱۲	۹۲	۲۱
رله کاهش ولتاژ	۶	۷۰	۶۶	۱۱	۸۸	۲۰
رله افزایش جریان	۲	۲۰	۱۲	۱۰	۱۶	۴
رله افزایش ولتاژ	۱	۱۰	۵	۶	۷	۲
رله کنترل بار	۴	۵۰	۲۹	۲۶	۳۸	۹
تایمر تاخیر در قطع	۴	۵۰	۲۴	۳۰	۳۳	۷
تایمر تاخیر در وصل	۲	۲۰	۹	۱۳	۱۲	۳
تایمرراه پله	۴	۴۵	۲۸	۲۱	۳۷	۸

جدول ۴-۱-۱۷- برنامه تولید کوتاه‌مدت

محصولات	نقطه سفارش برج ٤	زمان استاندارد	زمان تولید	زمان در دسترس	زمان لازم برای اضافه‌کاری
رله کاهش جریان	۱۰۱	۴۵	۴۵۴۰	۱۰۰۸۰	۰
رله کاهش ولتاژ	۹۸	۴۲	۴۰۹۶	۵۵۴۰	۰
رله افزایش جریان	۹	۴۴	۴۱۰	۱۴۴۴	۰
رله افزایش ولتاژ	۲	۴۳	۱۰۵	۱۰۳۴	۰
رله کنترل بار	۲۲	۳۹	۸۳۹	۹۲۹	۰
تایمر تاخیر در قطع	۱۰	۳۰	۳۰۱	۸۹	۲۱۲
تایمر تاخیر در وصل	۲	۲۸	۵۱	-۲۱۲	۵۱
تایمرراه پله	۲۵	۳۶	۸۹۰	-۲۶۳	۸۹۰

جدول ۴-۱-۱۸- میزان اضافه‌کاری هر اپراتور

شماره عنصر	شرح عنصر	اپراتور	زمان استاندارد			زمان تولید کل سفارش			زمان هر اپراتور
			تایمر راه‌پله	تایمر تاخیر در قطع	تایمر تاخیر در وصل	تایمر راه پله	تایمر تاخیر در قطع	تایمر تاخیر در وصل	
۱	کنترل کیفیت برد مونتاژ شده	A	۰.۱۶	۰.۱۹	۰.۱۸	۴.۰۵	۱.۳۵	۰.۳۶	۱۱.۲۲
۲	زدن برچسب مونتاژ		۰.۰۹	۰.۰۵	۰.۰۵	۲.۲۵	۰.۳۷	۰.۱۰	
۳	زدن برچسب ترانس		۰.۰۷	۰.۱۰	۰.۰۹	۱.۸۲	۰.۷۲	۰.۱۸	
۴	نصب ترانس	B	۳.۵۶	۳.۵۹	۳.۵۸	۸۹.۰۱	۲۵.۱۶	۷.۱۶	۱۲۱.۳۳
۵	کنترل کیفیت CT	C	۰.۱۰	۰.۰۹	۰.۰۶	۲.۳۹	۰.۶۰	۰.۱۱	۱۶۸.۵۰
۶	نصب CT		۵.۱۷	۴.۰۷	۳.۸۸	۱۲۹.۱۷	۲۸.۴۷	۷.۷۷	
۷	تست	D	۷.۵۴	۶.۴۴	۵.۸۲	۱۸۸.۴۴	۴۵.۰۷	۱۱.۶۳	۲۴۸.۱۳
۸	زدن مهر تست‌کننده		۰.۰۹	۰.۰۸	۰.۰۷	۲.۳۰	۰.۵۶	۰.۱۴	
۹	لاکزنی	E	۰.۲۶	۰.۲۰	۰.۱۸	۶.۴۴	۱.۴۲	۰.۳۵	۳۸.۵۴
۱۰	کنترل کیفیت ترمینال		۰.۱۲	۰.۰۶	۰.۰۶	۲.۸۸	۰.۴۲	۰.۱۲	
۱۱	ترمینال زدن		۰.۸۰	۰.۸۴	۰.۵۳	۲۰.۰۰	۵.۸۵	۱.۰۶	
۱۲	کنترل کیفیت درب و ولوم	F	۰.۰۹	۰.۰۶	۰.۰۵	۲.۲۶	۰.۴۴	۰.۱۱	۳۲.۳۵
۱۳	نصب دسته ولوم		۰.۹۵	۰.۷۰	۰.۵۱	۲۳.۶۳	۴.۸۹	۱.۰۲	
۱۴	جا زدن فیبر	G	۰.۹۷	۰.۸۰	۰.۵۴	۲۴.۳۰	۵.۶۱	۱.۰۷	۲۳۶.۶۳
۱۵	تست زیرباری		۶.۵۲	۴.۷۹	۴.۵۶	۱۶۳.۰۱	۳۳.۵۲	۹.۱۱	

جدول ۴-۱-۱۸- میزان اضافه‌کاری هر اپراتور

شماره عنصر	شرح عنصر	اپراتور	زمان استاندارد			زمان تولید کل سفارش			زمان هر اپراتور
			تایمر راه‌پله	تایمر تاخیر در قطع	تایمر تاخیر در وصل	تایمر راه پله	تایمر تاخیر در قطع	تایمر تاخیر در وصل	
۱۶	تست نهایی	H	۷.۳۳	۵.۴۶	۵.۶۰	۱۸۳.۱۶	۳۸.۲۱	۱۱.۲۰	۲۳۴.۴۷
۱۷	زدن برچسب تست‌کننده		۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۱.۳۹	۰.۳۹	۰.۱۱	
۱۸	تمیز کاری	I	۰.۳۹	۰.۳۹	۰.۲۶	۹.۸۳	۲.۷۴	۰.۵۳	۱۸.۴۶
۱۹	زدن برچسب مشخصات		۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۱.۳۵	۰.۳۸	۰.۱۱	
۲۰	زدن برچسب گارانتی		۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۱.۳۱	۰.۳۷	۰.۱۰	
۲۱	زدن برچسب هلوگرام		۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۱.۲۹	۰.۳۶	۰.۱۰	
۲۲	زدن مهر بسته‌بندی	J	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۱.۳۰	۰.۳۶	۰.۱۰	۵۴.۱۲
۲۳	آماده‌سازی جعبه		۰.۶۵	۰.۴۷	۰.۴۱	۱۶.۳۱	۳.۲۸	۰.۸۲	
۲۴	قرار دان دستگاه		۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۷	۱.۷۰	۰.۴۸	۰.۱۴	
۲۵	قرار دادن برشور		۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۷	۱.۶۴	۰.۴۶	۰.۱۳	
۲۶	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله اول		۰.۳۲	۰.۳۲	۰.۳۲	۸.۰۱	۲.۲۴	۰.۶۴	
۲۷	زدن برچسب شماره سریال		۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۱.۴۴	۰.۴۰	۰.۱۱	
۲۸	شیرینگ ۲۰ تایی مرحله دوم		۰.۴۵	۰.۳۸	۰.۳۲	۱۱.۲۹	۲.۶۳	۰.۶۴	
		مجموع	۳۶.۰۸	۲۹.۵۴	۲۷.۵۲	۹۰۱.۹۴	۲۰۶.۷۶	۵۵.۰۴	۱۱۶۳.۷۵

فصل چهارم

بخش دوم

در این بخش به معرفی سیستم مهندسی طبق سفارش ، مقایسه با سایر سیستم‌های تولید، و هم‌چنین روند برنامه‌ریزی پروژه‌های مهندسی طبق سفارش نیز شرح داده شده است.هم‌چنین عارضه‌یابی پروژه‌ها و ارائه راهکار در این بخش بیان شده است.

۴-۲-۱- سیستم‌های تولیدی براساس استراتژی‌های پاسخگویی به تقاضا

برای برآورده‌کردن تقاضای مشتریان در شرکت‌های مختلف استراتژی‌های مختلف با توجه به نوع محصول صورت می‌گیرد ؛ اما به طور کلی استراتژی‌های زیر در مدیریت تقاضا به کار گرفته می‌شود.

ساخت برای انبار[1] (MTS) : براساس پیش‌بینی محصول را تولید و در انبار قرار می‌دهند تا در هنگام تقاضای مشتری به او تحویل گردد.[۴] در این استراتژی نیاز مشتریان از موجودی انبار کالای ساخته شده در نقاط مختلف انبارهای خرده‌فروشی شبکه زنجیر تأمین برآورده می‌شود و موعد تحویل کوتاه است.[۵]

کمپانی‌های تولیدی محصول‌گرا، تمایل به استفاده از استراتژی MTS دارند. امکان استفاده از این استراتژی زمانی مقرون به صرفه است که تولیدکننده بتواند تعداد زیادی از محصول را که الگوی درخواستی مشخصی برای آن وجود دارد تولید کند. از دیگر مشخصات این روش تولیدی زمان تحویل کوتاه است. هم‌چنین عمر محصول در بازار باید به اندازه کافی بلند و قابل پیش‌بینی باشد. ضمناً مشتری نمی‌تواند خصوصیات مورد نظر خود در مورد محصول را درخواست کند. تمام این خصوصیات، در کارخانه‌هایی که تولید انبوه انجام می دهند مصداق دارد.[۱۴]

1- Make To Store

برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز و هم‌چنین برنامه‌ریزی محصولات خریداری‌شده براساس پیش‌بینی‌های فروش انجام می‌گیرد. ورق‌های آهنی و بیشتر ملزومات نگهداری و تعمیرات، قطعات یدکی و ملزومات عملیاتی از این قبیل هستند.

مونتاژ طبق سفارش[1] (ATO) : در روش مونتاژی طبق سفارش ، هسته اصلی مونتاژ برای اکثر محصلات یکسان می‌باشد و فقط تغییر در دیگر اجزاء، در مونتاژ نهایی ممکن می‌باشد.[۵]در این روش قطعات و محصولات نیمه‌ساخته را از قبل تولید می‌کنند و به محض دریافت سفارش مشتری ، آن را مونتاژ کرده و محصول نهایی آماده می‌شود. [۹]

در این شرایط قطعات تشکیل‌دهنده باید در انبار نگهداری شوند تا زمانی که مشتری درخواست خرید خود را ارائه دهد، سپس محصول مورد نظر مشتری با مونتاژ قطعات مورد نظر تحویل می‌گردد. معمولاً شرکت‌هایی که از استراتژی ATO استفاده می‌کنند ترکیبی از سیستم‌های چینش محصول‌گرا و فرآیندگرا را در بخش تولید استفاده می‌کنند. دلیل این امر این است که قطعاتی که تیراژ بالایی دارند را می‌توان با استفاده از چینش محصول‌گرا و قطعات با حجم تولید کم ، با چینش فرآیندگرا تولید می‌شود . زمان تحویل در این روش کوتاه و متوسط است و بر اساس قطعات موجود در انبار می‌باشد.[۱۴] مزیت اصلی این روش دخیره موجودی حداقلی و سرعت تحویل محصول نهایی می‌باشد.[۹]

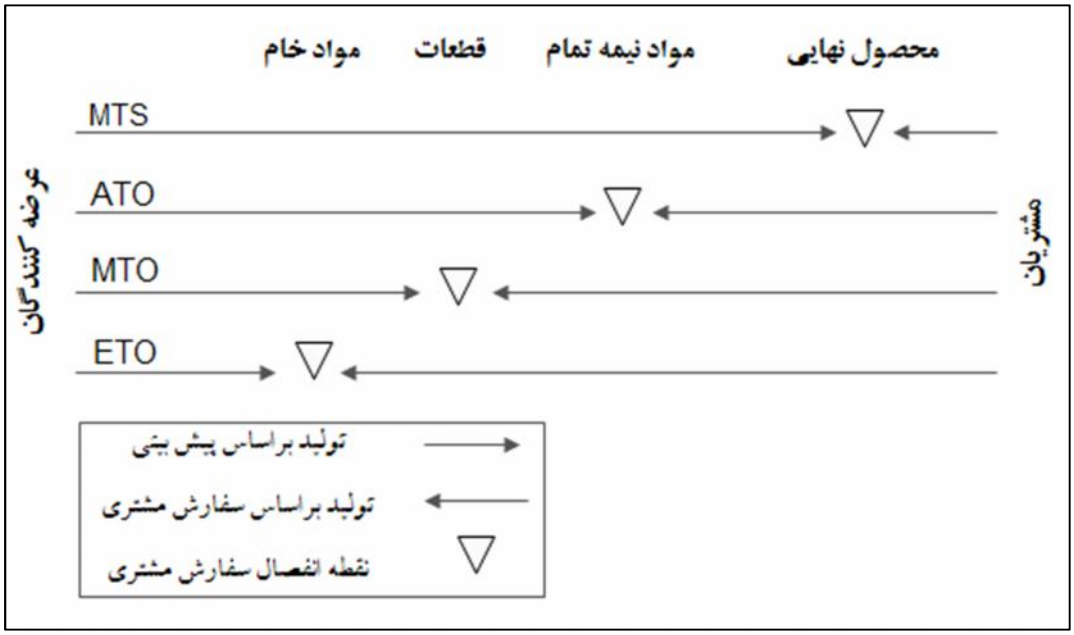
ساخت طبق سفارش[2] (MTO) : در این روش که با نام "Build To Order" نیز شناخته می‌شود، طرح محصولات موجود است و مشتری یکی از آن‌ها را سفارش می‌دهد.[۴] سفارش مشتری سبب ایجاد جریان مواد و اطلاعات در زنجیره کمی‌گردد و محصول ساخته شده و مواد اولیه انبار نمی‌شود.[۵]

بسیاری از کارخانه ها که چینش فرآیندگرا استفاده می‌کنند از استراتژی MTO استفاده می‌کنند؛ چرا که این امر امکان تولید محصول بر اساس نیازهای مشتری را می‌دهد. در نتیجه مشخصات محصول پیشاپیش، کاملاً مشخص نیست و تولید محصول پیش از سفارش مشتری آغاز نمی‌گردد. زمان تحویل متوسط و بالا است و وابسته به ظرفیت مهندسی و تولید می‌باشد. این استراتژی معمولاً در سیستم‌های تولیدی کارگاهی، پروژه ای و دسته‌ای که امکان تولید محصولات متنوع دارند، به کار می‌رود.[۱۴]

1- Assembly To Order
2- Make To Order

مهندسی طبق سفارش[1] (ETO) : این استراتژی به طراحی محصول بعداز اعلام نیاز مشتری تأکید دارد. در این استراتژی نه تنها قبل از سفارش کالایی تولید نمی‌شود ، بلکه طراحی هم نخواهد شد.[۵] معمولاً با روش تولید کارگاهی که در ضمن تولید یک قطعه منحصر به فرد را داشته باشند به کار می رود.[۱۴]

شکل ۴-۲-۱ نشان‌دهنده نقطه انفصال سفارش مشتری در هرکدام از استراتژی‌های مذکور می‌باشد. نقطه انفصال سفارش مشتری زمانی است که بعد از آن مواد و فعالیت‌ها به سفارش مشتری اختصاص می‌یابد.



شکل ۴-۲-۱- نقطه انفصال مشتری در استراتژی‌های مدیریت تقاضا

۴-۲-۲- معرفی سیستم تولیدی مهندسی طبق سفارش ETO

اصطلاح مهندسی طبق سفارش (ETO) با نام‌های دیگری از جمله طراحی برای سفارش[2] (DTO)، تولیدهای قراردادی[3] و تولید های پروژه‌ایی[4] استفاده می‌شود.[۷] همچنین اصطلاح ساخت طبق قرارداد[1] (MTC manufACture) نیز به این منظور به کار برده می‌شود.[۶]

1- Engineer To Order
2- Design to Order
3- Contract Manufacturing
4- Project Manufacturing

این اصطلاحات ، تولیدکنندگانی را توصیف می‌کنند که محصولات منحصر به فرد و اغلب پچیده را تولید می‌کنند که طبق معیارهای مورد نظر مشتریان طراحی شده است و ممکن است به طراحی و مهندسی منحصر به فرد و سفارشی‌سازی قابل توجهی نیاز داشته باشد.در نتیجه هر سفارش مشتری مجموعه منحصر به فردی از شماره اقلام جنس ، BOM و مسیریابی نیاز دارد.[۶]

موضوع ETO در بازار به این صورت تعریف شده است که تغییرات قابل توجهی در عملکرد، شکل و ویژگی‌های محصول (که معمولاً یک نوع یا یک دسته تولیدی نسبتاً کوچک است) را حاصل می‌شود تا با نیازهای خاص هر مشتری تطابق پیدا کند. معمولاً میزان تولید کم است و انواع بسیار متفاوتی از قطعات وجود دارند که باید اداره شوند. [۷]

ETO یکی از استراتژی‌های موقعیت محصول است که در آن سیستم تولید، محصول رادقیقاً بنا به سفارش مشتری طراحی و تولید می‌کند. لذا محصولی که به این ترتیب ساخته می‌شود، ممکن است به غیر از مشتری آن، به مصرف هیچ شخص دیگری نرسد. به همین دلیل نیز موجودی نهایی که در یک چنین سیستم تولیدی نگهداری می‌شود ، حداکثر می‌تواند در سطح مواد اولیه و خام باشد، یعنی موادی که در اکثر سفارش‌ها مشترک هستند.[۳]

شرکت‌های ETO عموماً فرآیند طراحی و یا تولید محصول را تا زمانی که یک سفارش یا قرارداد واقعی در دست نداشته باشند شروع نمی‌کنند. تولیدکنندگان تجهیزات ویژه صنعتی، هواپیماهای مسافربری بزرگ ، تجهیزات نظامی پیشرفته ، تجهیزات کنترل مترو و مراکز فروش از انواع شرکت‌هایETO هستند. چون تولیدات ETO گرانند و برای یک تعداد معدودی از مشتریان و کاربردها مناسبند ، تولیدکنندگان آن‌ها نمی-توانند طراحی، ساخت و نصب آن‌ها را در موجودی در راه سفارشات آینده در نظر بگیرند.[۱]

شرکت‌های ETO در حقیقت یک سبک از تولید هستند که نصب و راه‌اندازی محصول تولید شده در منطقه مورد نظر مشتری صورت می‌گیرد و این یک مزیت رقابتی برای این تولید کنندگان ایجاد می‌کند. در واقع شرکت‌های ETO خود را ترکیبی از تولید و ساخت و ساز می‌دانند.[۶]

1- Make To Contract Manufacture

۴-۲-۳- مقایسه سیستم ETO با سایر استراتژی‌های تولید

امروزه نوسانات مقدار و ترکیب تقاضای محصولات، تولیدکنندگان را از محیط‌های ساخت برای انبار (MTS) به سمت محیط‌های مهندسی طبق سفارش (ETO) سوق داده است. این حرکت موجب پویایی تولید و مستلزم افزایش انعطاف‌پذیری در تولید می‌باشد چرا که مقدار و مخلوط تقاضای محصولات از دوره‌ای به دوره می‌تواند متفاوت باشد. به عبارت دیگر، در یک دوره خاص ممکن است برخی از محصولات فاقد تقاضا بوده و یا مقدار تقاضای ایشان با دوره قبل متفاوت باشد.[۲۹]

فرآیند تکوین و ایجاد یک محصول جدید که در آن هیچ تقاضای واقعی هنوز وجود ندارد، چه در یک شرکت MTO و چه در یک شرکت MTS باشد، کاربردی منحصر به فرد از استراتژی ETO است.[۱] اما چندین تفاوت اساسی بین تولید استاندارد، تولید تکراری ،تولید به روش MTS با تولید به روش ETO وجود دارد.

برخلاف شرکت‌های MTS که مشتریانشان را در زمان تحویل یا زمان نزدیک به موعد تحویل محصول ملاقات می‌کنند، شرکت‌های ETO و مشتریانشان ممکن است ماه‌ها یا حتی سال‌ها قبل از تکمیل و تحویل محصول نهایی، یکدیگر را ملاقات کنند. این گفته درست نیست که شرکت‌های ETO نیازی به انجام پیش‌بینی فعالیت‌های آینده ، طرح‌ریزی عملیات ، یا مدیریت عرضه و تقاضا ندارند. این حقیقت محض ، که این شرکت‌ها، نام مهندسان، طراحان، و پرسنل تولیدی را روی لیست حقوقی دارند، گواه صادقی است بر اینکه فعالیت‌های تولیدی آینده ، از قبل پیش‌بینی می‌شوند و برخی پیش‌بینی‌ها در حقیقت اتفاق می‌افتد. تنها افق‌های زمانی تفاوت دارند. [۱]

سفارشی سازی انبوه نیز با تولید به سبک ETO متفاوت است. چرا که در سفارش سازی انبوه

اولاً : در مراحل اولیه یعنی فرآیند طراحی و مهندسی محصول ، حجم و مقدار تولید مشخص شده است.

و ثانیاً : اگرچه هرکدام از محصولات نهایی ممکن است منحصر به فرد به نظر برسند؛ ولی کاربرد آن‌ها اختصاصی نیست و قطعات زیر مجموعه آن‌ها منحصر به فرد نیستند و به طور کلی فرم و عملکرد محصول ، مشابه با سایر گزینه‌های همان محصول است.[۷]

برای مثال ممکن است یک ماشین با ترکیبی غیر معمول از موتور ، رنگ و لوزام جانبی منحصر به فرد به نظر برسد؛ ولی باز هم یکی دیگر از اتومبیل‌های ساخته شده از خط تولید کارخانه سازنده می‌باشد و تولیدکننده ، سفارشی برای فرآیند طراحی و تولید محصول با ویژگی‌های خاص نداشته است. [۷]

اما در مقابل تولید دیگ بخار یک کارخانه ، به احتمال زیاد منحصر به فرد خواهد بود و شرکت تولیدی باید طبق محدودیت‌های طراحی تعیین شده توسط مشتری فرآیند طراحی وتولید را انجام دهد. در نتیجه محصول تولیدی این شرکت ، از محصول قبلی ساخته شده و احتمالاً ، از محصول بعدی که در آینده تولید می‌کنند ، متفات خواهد بود.[۷]

در تولید انبوه یک خط مونتاژ و تولید است که هزاران واحد از یک محصول مشخص را تولید می‌کند. روش‌های استفاده شده در تولید انبوه مانند برنامه‌ریزی تولید ، زمانبندی و کنترل تولید را نمی‌توان در تولید پروژ ه‌ایی به کار گرفت.[۱۱]

در تولید به روش ETO ، مشتریان نه تنها در زمانی که محصول نهایی آماده می‌شود، بلکه در کل فرآیند طراحی و تولید محصول ، نقش بسیاری دارد. مواد اولیه خریداری شده برای هر پروژه متفاوت است و فقط مواد استاندارد به عنوان موجودی نگهداری می‌شوند. در بیشتر موارد ، خدمات پس از فروش در طول عمر محصول ادامه می‌یابد.[۶]

در تولید به روش ETO محصول نهایی در محل مورد نظر مشتری نصب و راه‌اندازی می‌شود اما در تولید تکراری متفاوت است. در تولیدتکراری کار با ارسال محصول نهایی با کیفیت مناسب و در زمان تعیین شده ، به اتمام می‌رسد؛ و در سیستم آن‌ها زمان تدارک محصول تنها تا رسیدن محصول به مرحله مونتاژ نهایی و ارسال آن را شامل می‌شود.[۷]

سایر ویژگی‌هایی که ETO را از تولیدهای تکراری ، گسسته و MTS جدا می‌کند در جدول ۴-۲-۱ نشان داده شده‌اند. بعضی از این ویژگی‌ها (مانند نصب و راه‌اندازی در سایت) ممکن است برای هر تولیدکننده به روش ETO یا برای هرمحصول تولید شده صدق نکند ، اما برای بسیاری از آن‌ها نیز صدق می‌کند. [۳۰]

جدول ۴-۲-۱- مقایسه ویژگی‌های ETO از MTS

MTS/Just In Time Manufacturing	ETO
از لیست قیمت استفاده می‌کنند	تخمین قیمتها
بردن یک فروش / دریافت سفارش فروش	بردن یک قرارداد / دریافت سفارش کار
محصولات استاندارد	محصولات منحصر به فرد
استفاده از هزینه های استاندارد	مححاسبه هزینه های واقعی
محاسبه واریانس هزینه از هزینه استاندارد	محاسبه واریانس هزینه از براورد های واقعی
خریدمواد برای ذخیره سازی	خرید مواد برای پروژه به صورت مستقیم
BOM یکنواخت	BOM منحصر به فرد
زمان تحویل سفارش روزانه یا هفتگی	زمان تحویل سفارش ماهانه یا سالانه
مقدار تولید واحد زیاد	مقدار تولید واحد کم
تمرکز بر برنامه‌ریزی مواد	تمرکز بر زمانبندی تولید
پیش‌بینی محور	پروژه محور
برنامه‌ریزی با زمانبندی اصلی	برنامه‌ریزی با مدیریت پروژه
MRP استاندارد	MRP به وسیله پروژه
تحویل به مشتری	نصب و راه اندازی در سایت
موجودی تولید بر اساس شماره قطعه	موجودی تولید بر اساس سفارش کار
طراحی تکمیل شده قبل از تولید	طراحی سفارشی
تغیرات مهندسی به ندرت یا اصلا	تنوع و تغییرات مهندسی بالا

۴-۲-۴- برنامه‌ریزی در سیستم ETO

فرآیندهای برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه‌های ETO از ۵ بخش تشکیل شده است که در ادامه به تفصیل به توضیح آن‌ها خواهیم پرداخت.

فرآیندهای آغازین شامل هدف‌یابی و فرآیند فروش فروش است ؛ که در این مرحله نیازسنجی ، امکان‌سنجی و خط‌مشی‌های پروژه و هم‌چنین فرآیند قیمت‌گذاری و فروش صورت می‌گیرد. فرآیندهای برنامه‌ریزی شامل تهیه نقشه‌ها مانند WBS و تهیه برنامه زمان‌بندی می‌باشد. هم‌چنین فعالیت‌هایی مانند تهیه برنامه زمان‌بندی ، برنامه منابع کاری ، برنامه‌ریزی منابع انسانی ، برنامه‌ریزی تأمین کالا و مواد و غیره جزء فعالیت‌های فرایند برنامه‌ریزی می‌باشند. فرایندهای برنامه‌ریزی از قبل از شروع اجرای پروژه آغاز گردیده و تا پایان پروژه ادامه دارند.

در مرحله بعد پروژه شروع و فرآیندهای اجرایی آغاز می‌گردد .فرآیندهای کنترلی و برنامه‌ریزی اولویت‌ها مرحله بعدی انجام پروژه‌های ETO است. در نهایت مرحله آخر فرآیندهای اختتامی و نصب و راه‌اندازی محصول را شامل می‌شود.

۴-۲-۴-۱- هدف یابی و فرآیند فروش

چرخه حیات پروژه سفارشی ETO ، با مرحله هدف‌یابی آغاز می‌شود ، که خود به اطلاعات قابل اطمینان از مهندسی، تدارکات و تولید نیاز دارد. تعریف اهداف و استراتژی‌ها که قبل از شروع پروژه انجام می‌شوند را می‌توان در فرایندهای آ غازین قرار داد. [۱۵] بعد از مرحله هدف‌یابی ، مراحل اجرا و تحقق پروژه است که در این مراحل فعالیت‌ها و اقدامات مهندسی برای تولید و تهیه گسترش میابد.[۱۰]

به طور کلی با توجه به تعاملات شرکت‌ها با مشریان ، فرآیندهای کسب و کار شامل ۳ مرحله می‌باشند که در زیر آمده است.[۱]

- بازاریابی
- پاسخ به دعوتنامه مناقصه یک شرکت
- فعالیت‌های پس از انعقاد قرارداد

در استراتژی ETO مرحله پیش‌تولید شامل تعریف محصول ، برآوردها، طرح‌ها ومهندسی‌ها می‌باشد که باید قبل از هرگونه فعالیت تولید و ساخت انجام شود و نیاز به تلاش گسترده‌ایی دارد. این مرحله همواره با بحث و مشورت با مشتریان و تأمین‌کنندگان انجام می‌شود.[۷]

فعالیت‌هایی نظیر مطالعات امکان‌سنجی ، شرکت در مناقصه ، تحلیل وضعیت شرکت در پروژه و تحلیل ریسک پروژه در این مرحله صورت می‌گیرد.[۱۵]

در این مرحله قیمت‌گذاری برای محصول نیز انجام می‌شود که البته ارتباط مستقیمی با برنامه‌ریزی تاریخ تحویل محصول و پیش‌بینی و برآورد هزینه‌های تولید محصول دارد. برای این کار ، از لیست قیمت‌های موجود و یا قیمت‌های پایه که از BOM های موجود و برنامه‌ها به دست آمده‌اند ، در صورت امکان ، استفاده می‌شود. هم‌چنین می‌توان از هزینه‌های استاندارد ، در صورت امکان استفاده کرد. برآورد هزینه برای کالاهای غیر ذخیره‌ایی بر اساس مظنه قیمت تأمین‌کنندگان صورت می‌گیرد.[۸]

البته برآورد دقیق هزینه‌ها معمولاً کار پیچیده و دشواری است. به خصوص در پروژه‌هایی که زوایای مبهم و ناشناخته ای دارند. جهت محاسبه هزینه‌های پروژه باید هزینه‌های مستقیم و بالاسری (غیر مستقیم) را محاسبه نمود. هزینه‌های مستقیم را می‌توان با تخصیص هزینه به منابع پیش‌بینی شده برای پروژه به دست آورد و هزینه‌های بالاسری نیز ، با توجه به پیش‌بینی هزینه‌های دفاتر مرکزی و سایر هزینه‌های مربوط قابل محاسبه است. در فعالیت مربوط به برآورد هزینه باید به دنبال تخمین قابل قبولی از هزینه‌های پروژه باشیم؛ به گونه‌ای که بتوان از آن به عنوان مبنایی جهت تأمین مالی و اعتبار پروژه استفاده کرد.[۱۵]

این مرحله با در نظر گرفتن عواملی مانند پذیرش قیمت مورد انتظار ، اهمیت استراتژیک مشتری ، شرایط قیمت‌گذاری مشتری و قیمت رقبا انجام می‌شود.[۸]

معمولاً پروژه‌ها با عقد قراردادهایی میان کارفرما یا مالک پروژه و پیمانکار یا مسئول انجام پروژه رسمیت می‌یابند.[۱۵] اسناد و مدارک تمام مذاکرات قرارداد پس از تعیین مظنه قیمت نگهداری می‌شوند و با تغییر درخواست مشتری، مورد قیمت‌گذاری مجدد و تحت تنظیم و مدیریت قرار می‌گیرند.[۸] اطلاعات موجود در قراردادها به عنوان ورودی می‌تواند مورد استفاده در برنامه‌ریزی و کنترل پروژه قرار گیرد.[۱۵]

۴-۲-۴-۲-فرآیند برنامه‌ریزی ETO

در طی دهه‌های گذشته بسیاری از شرکت‌های ETO تلاش کردند از سیستم‌های MRP و MRP2 استفاده کنند؛ اگرچه موفقیت‌های بسیار کمی به دست آوردند. انتخاب سیستم MRP براساس توانمندی‌های وسیع آن انجام می‌شد و علت اصلی این حقیقت ، که چرا این سیستم در شرکت‌های ETO ناکارآمد است، ناشناخته مانده بود.[۱۲]

فرآیند برنامه‌ریزی در شرکت‌های ETO با تهیه ساختار پروژه آغاز می‌شود. پس از شناخت کلی نسبت به پروژه ، می‌توان اولین قدم در فعالیت برنامه‌ریزی را تعریف فعالیت‌ها دانست. در واقع یک پروژه با فعالیت‌های اجرایی آن است که شناخته می‌شود. در تعریف فعالیت‌ها می‌بایست دقت کافی صورت گیرد ، چرا که اساس و پایه تمام مراحل بعدی فرآیند برنامه‌ریزی ، فعالیت‌های تعریف شده می‌باشد.تعریف فعالیت‌های باید به صورت دسته‌بندی شده صورت گیرد تا بتوان تحت عنوان مجموعه‌های مختلف پروژه را برنامه‌ریزی و مدیریت کرد. [۱۵]

در این مرحله از WBS[1] ها یا ساختار شکست کار برای سازماندهی تمام پروژه ، از نقطه نظرهای فنی و تکنیکی (شامل فعالیت‌ها ، روابط، مواد مورد نیاز و ظرفیت‌های مورد نیاز و ...) استفاده می‌شود ؛ که البته این ساختار شکست کار در تمام طول عمر پروژه در معرض تغییر قرار دارد. برای راحتی کار می‌توان قالب‌ها و نمونه‌هایی را از WBS ایجاد کرد و سپس با توجه به هر پروژه آن را تنظیم کرد و مطابقت داد.[۸]

در مرحله اولیه مذاکرات پروژه ، جزییات سفارش مشتری ساختار یافته می‌شوند که شامل لیست مواد یا BOM ، برگه‌های مسیر و نقشه‌ها می‌باشند ،که ورودی‌های سیستم برنامه‌ریزی هستند.[۸] معمولاً نقشه‌های مربوط به پروژه‌ها در دو فاز طراحی اولیه [2]و طراحی تفضیلی یا نقشه‌های کارگاهی[3] تهیه می‌گردد.با مطالعه نقشه‌ها می‌شود فعالیت‌های اجرایی ، حجم فعالیت‌ها ، روش انجام و غیره را شناسایی نمود.[۱۵]

1- Work Breakdown Structure
2- Basic Design
3- Detail Design & Shop Drowing

بخش قابل توجهی از هزینه کل و زمان تدارک سفارش در مراحل اولیه صرف می‌شود. بنابراین فرآیندهای برنامه‌ریزی رقابتی باید در همان ابتدا از چرخه حیات پروژه انجام شوند و مدیریت چرخه پروژه به صورت مداوم انجام شود.[۱۰]

پس از تعریف فعالیت‌های پروژه در یک ساختار درختی و دسته‌بندی شده ، می‌بایست جهت تشکیل شبکه زمان‌بندی پروژه ، ارتباطات بین فعالیت‌ها را تعریف نماییم. فاکتورهای اساسی در تعریف ارتباطات فعالیت‌ها تجربه ، مطالعه اسناد، و شیوه اجرای پروژه و خلاقیت و دقت می‌باشند.[۱۵]

سپس باید برآورد زمان صورت گیرد. منظور از برآورد زمان ، تخمین زمان انجام فعالیت‌های پروژه می‌باشد. بعد از تعریف فعالیت‌ها، ایجاد ارتباطات و تخمین زمان فعالیت‌ها ، می‌توان یک برنامه زمان‌بندی جهت اجرای پروژه ایجاد کرد. [۱۵]

برای زمان‌بندی و برنامه‌ریزی پروژه می‌توان از استراتژی‌های مختلف برنامه‌ریزی استفاده کرد. مانند زمان‌بندی برگشتی ، زمان‌بندی پیشرو با محدودیت ، زمان‌بندی منابع محدود با تاریخ معین و غیره. [۸]

پس از انجام فعالیت‌های مربوط به ۳ مرحله فوق (تعریف فعالیت ها ، ارتباطات ، برآورد زمان) با کمک نرم افزارها و تکنیک‌های برنامه‌ریزی باید زمان‌بندی پروژه را تهیه کرد. در تهیه شبکه زمان‌بندی در واقع معین می‌گردد چه فعالیت‌هایی در چه تاریخ‌هایی و با چه ارتباطاتی باید آغاز گردیده و در چه زمانی باید پایان یابند و زمان انجام کل پروژه پیش‌بینی گردد.[۱۵]

از جمله وظایف اصلی طرح ریزی و برنامه‌ریزی شرکت ETO به شرح زیر است. لازم به ذکر است که در هر پروژه به فراخور محصول موارد زیر نیز ممکن است ، تغییر کند. [۱]

- مشخصات محصول باید با مشارکت مشتری تعیین شود.
- باید یک نمونه آزمایشی تولید و تست شود.
- باید بازخوردی از تست نمونه آزمایشی در تغییرات مهندسی و طراحی منعکس گردد.
- باید لیست مواد یا دستورالعمل و مسیر فرآیند ایجاد شوند.

بسیاری از این فعالیت‌ها در مجموعه فعالیت‌های برنامه‌ریزی پروژه گنجانده شده است. البته لازم به ذکر است که این بدان معنا نیست که برنامه‌ریزی اصلی تولید و سایر ابزارها برای تعادل عرضه و تقاضا نمی-توانند در این فعالیت‌های آغازین مفید باشند؛ بلکه ، برنامه‌ریز اصلی تولید، به عنوان یکی از مسئولین رسیدن محصول نهایی به دست مشتری ، هماهنگ‌کننده منطقی فعالیت‌های ETO است، و تکنیک‌های برنامه اصلی تولید (MPS) برای فعالیت‌های ETO از طراحی و مهندسی گرفته تا ساخت نهایی، قابل استفاده هستند؛ اما ترجیح بر آن است که از برنامه‌ریزی پروژه استفاده شود.[۱]

تفاوت اصلی میان فعالیت‌های برنامه‌ریزی اصلی تولید و فعالیت‌های مهندسی این است که به جای آوردن ظرفیت‌های مواد و تولید با یکدیگر در داخل زمان‌های ساخت معین ، برنامه‌ریز اصلی تولید به روش ETO ، باید مشخصات تحقیق، طراحی‌های مهندسی، پیکربندی ابزارآلات، فعالیت‌های تست کردن، و غیره را برای منابع انسانی و زمان‌های صرف شده برای محصولات در نظر گرفته شده در یک جهت بسیار وسیع‌تر؛ فراهم کند. [۱]

بعد از اینکه زمان پایان پروژه (که برای آن امکان‌پذیر است) تعیین شد ، مرحله بعدی موافقت مشتری با طرح پروژه و زمان پایان ارائه شده است. بعد از این ، پروژه ، از نسخه شبیه‌سازی شده به نسخه برنامه‌ریزی واقعی وارد می‌شود و پروژه آغاز می‌شود. [۸]

۴-۲-۴-۳- آغاز اجرای پروژه

بعد از عقد قرارداد پروژه و شروع عملی کار ، فعالیت‌های اجرایی آغاز می‌گردند و تا اتمام پروژه ادامه دارند. فرایندهای اجرایی شامل فعالیت‌هایی هستند که مربوط به عملیات انجام پروژه می‌باشند.[۱۵]

در برنامه‌ریزی تولید به روش ETO سفارش محصول از مشتری دریافت می‌شود و در تاریخ شروع برنامه‌ریزی شده (PS) ، پروژه انجام می‌شود. زمان PS ، در ایجاد برنامه‌ریزی احتیاجات مواد در تمام سطوح BOM، براساس الزامات محصول نهایی و اجزاء مورد نیاز در پروژه ، استفاده می‌شود . [۸]

اگر مدیر پروژه تشخیص دهد که ظرفیت بیشتری نیاز خواهدشد ، بایدظرفیت مورد نیاز پروژه را برآورده کند و ظرفیت موجود را افزایش دهد تا به تاریخ پایان مورد نظر مشتری برسد. [۸]

در یک سیستم ETO همه محصولات ، مخصوص مشتری و از یک نوع هستند. در جریان کالا، پیشرفت تولید همه بخش‌ها و فعالیت‌ها برای سفارش مشتری ، باید قابل درک و دنبال کردن باشد.[۱۲]

۴-۲-۴-۴- برنامه‌ریزی الویت‌ها

سیستم‌های ETO بدون شک باید قادر به مدیریت الویت‌ها باشند ، چرا که سیستمی که براساس سفارشات مشتری است، در معرض تغییرات مداوم قرار دارد. در اینجا مساله این است که هرکس در این سیستم کسب وکار بداند، چه چیزی برای رسیدن به موعد طرح پروژه اهمیت دارد و یک سیستم ERP با توانایی مدیریت سرعت و تکرار تغییرات ، مورد نیاز است.[۷]

تولیدکنندگان ETO دریافته‌اند که همواره نمی‌توانند زمان تدارک محصول راکنترل کنند. مسایل زیادی وجود دارد که در برنامه تحویل حتی یک پروژه به ظاهر ساده تأثیرگذار هستند. از جمله این مسایل می-توان به تأخیر مشتری در تصویب طراحی ، عدم دسترسی به محل محصول در روزهای مورد نیاز و مواردی از این قبیل اشاره کرد. همه این مسایل و موضوعات مشابه بر موعد تحویل طرح تأثیرگذارند ودر بعضی موارد اعمال کنترل مستقیم بر شرایط غیر ممکن می‌شود .[۷]

بنابراین یکی دیگر از فعالیت هایی که بدین منظور باید صورت پذیرد ، کنترل زمان‌بندی است. در کنترل زمان‌بندی می‌بایست آنچه را که در برنامه و در شبکه زمان‌بندی پیش‌بینی شده است با آنچه که در واقعیت اتفاق افتاده است، مورد مقایسه قرار دهیم. در کنترل زمان‌بندی تعین می‌شود که چه فعالیت‌هایی و به چه میزان دچار تأخیر شده‌اند.در اثر تأخیر فعالیت‌ها پروژه به چه میزان عقب افتاده است. اگر پروژه نسبت به برنامه جلو باشد ، در این صورت میزان جلو بودن از برنامه را تعین می‌کنیم.[۱۵]

می‌توان در کنترل زمان‌بندی به علت تأخیرات اشاره کرد و راه‌حل‌ها و پیشنهادهای عملی جهت جبران تأخیرات ارائه نمود. تهیه نمودارها وگزارش‌های تحلیلی در این قسمت صورت می‌گیرد. پس از محاسبه تأخیرات و انحرافات ، به روزرسانی برنامه باید انجام شود و این کار می‌باست تا پایان پروژه انجام شود؛ به طوری که همواره زمان پروژه در اختیار و تحت کنترل باشد.[۱۵]

بنابراین همواره باید بعد از شروع به اجرای انجام پروژه ، عملکرد را مورد ارزیابی و کنترل قرار دهیم و عملکرد واقعی را با برنامه پیش‌بینی مقایسه کنیم.

کنترل پروژه می تواند در موارد زیر کارایی داشته باشد.[۱۵]

- چه فعالیت‌هایی انجام شده است؟
- چند درصد پیشرفت فیزیکی داشته‌ایم؟
- چند درصد از برنامه عقب هستیم؟
- چند روز تأخیر در پروژه ایجاد شد است؟
- انحرافات نسبت به برنامه ، مربوط به چه مواردی می‌باشد؟
- هزینه واقعی ما تا به حال چه میزان بوده است؟
- آیا پروژه تا به حال سودمند بوده است؟

۴-۲-۴-۵- مرحله نصب و راه‌اندازی و فعالیت‌های اختتامی

پس از تولید محصول ، نصب و راه‌اندازی آن ، نیازمند مدیریت بسیار گسترده‌ای است. پس از مونتاژ نهایی و تحویل آن در محل مورد نظر مشتری ، برنامه‌ریزی و هماهنگی و تلاش بسیاری برای تکمیل پروژه و نصب محصول نیاز است.[۷]

به عنوان مثال یک تولیدکننده، به مجموعه‌ای از عوامل نظیر نیروی انسانی ، پیمانکاران فرعی ، آزمون-های تست ، حمل و نقل ، و نیروی انسانی مشتری نیازدارد تا بتواند در نهایت پروژه را راه‌اندازی کند.

این در حالی است که در تولید تکراری کار با ارسال محصول نهایی با کیفیت مناسب و در زمان تعیین شده ، به اتمام می‌رسد ؛ و در سیستم آن‌ها زمان تدارک محصول ، تا مونتاژ نهایی و ارسال تعریف می‌شود.[۷]

فعالیت‌هایی که در مراحل پایانی انجام می‌شود مانند تهیه گزارش‌های کلی ، تهیه مستندات پروژه ، تسویه حساب‌های نهایی ، ارزیابی و تحلیل پروژه و غیره جزء فرآیندهای اختتامی می‌باشند.

۴-۲-۵- مشکلات و نارسایی ها در سیستم‌های تولید ETO

عملکرد صحیح فرآیند برنامه‌ریزی تولید در کارخانه‌هایی که به صورت ETO عمل می‌کنند به شدت روی عملکرد کل مجموعه تأثیرگذار است.نبودن یک متدولوژی صحیح در تدوین برنامه‌های تولید و عدم استفاده مناسب از منابع موجود ، نادیده گرفتن تداخل‌های عملیات و نیز توانایی کارکنان ، باعث بروز تأخیرات بسیار زیاد در قراردادهای این‌گونه تولیدکنندگان می‌شود.[۳]

در استراتژی ETO سطح بالایی از مشارکت مشتری در فرآیند طراحی و تولید محصول وجود دارد. یکی از چالش‌های موجود برای تولیدکنندگان ETO ، دادن قدرت به مشتری می‌باشد؛ که به طور معمول در محیط های پروژه وجود دارد اما در برنامه‌ریزی تولید پروژه مشکل‌ساز خواهد بود. تغییر اولویت‌های هر یک از مشتریان ، باعث می‌شود برنامه تولید پروژه ، در طول چرخه عمر پروژه ، چندین بار متوقف شود و یا و از سر گرفته شود.[۱۱]

کار کردن بخش‌های متعدد، تولید محصول را پیچیده می‌کند و مشکلاتی که در طول این راه ایجاد می‌شود، غیر طبیعی نیست. معمولاً در استراتژی ETO ، اطلاعات و مشخصات تولید ، به طور مداوم بین تولیدکنندگان و مشتریان تبادل می‌شود. از آن‌جا که اکثراطلاعات محصول مانند مشخصات طراحی، فایل‌های مورد نیاز، تغییرات مهندسی و غیره چندین بار بین مشتری و تولیدکنندگان رد و بدل می‌شود؛ اگر مدیریت تبادل اطلاعات محصول ضعیف باشد، هر یک از این دو را می‌توانند دچار اشتباه کنند. برای مثال پاسخ به سوال " چه موادی و چه میزان ازموجودی باید در صف انتظار تولید قرار بگیرد؟" می‌تواند مشکل باشد.[۱۳]

از آن‌جا که محصولات تولید شده به روش ETO ، اغلب از قطعات گران قیمت و اجزاءی مهندسی سطح بالا ساخته شده‌اند ، دستیابی به اجزاء ضروری محصول ، تلاش، صرف زمان و هزینه بالایی را می‌طلبد که باعث ایجاد مسایلی در حین تولید و قبل از آن می‌شوند.[۱۳] تعداد زیادی از اجزاء که تنها برای مونتاژ یک زیرمحصول مورد نیاز است و تنوع بالای اجزاء برای یک زیر مونتاژ در زمان تحویل ، نمونه‌ای از این مشکلات است.[۱۱]

با مطالعات انجام شده بر روی واحدهای برنامه‌ریزی تولید کارخانه‌هایی که بر مبنای سیستم مهندسی طبق سفارش ، فعالیت می‌کنند ، مشخص شد که برخی مشکلات در همه کارخانه‌ها عمومیت دارد که در زیر به مواردی از آن‌ها شاره می کنیم.[۳]

- عدم یکپارچگی فرآیندهای مورد نیاز جهت انجام امور
- در دستور ار قرار گرفتن پروژه‌های جدید
- تنوع کاری پروژه‌های جدید
- اتلاف منابع شرکت
- کند بودن سرعت شرکت در پاسخگویی به تعهدات
- وجود پروژه‌های پراکنده با اولویت پایین
- کانال‌های هماهنگی متعدد برای انجام یک کار مشخص
- ضرورت افزایش کیفیت در محصولات
- تأخیرات طولانی در پروژه‌ها
- تعدد نیروی انسانی در بعضی بخش‌ها
- دوباره‌کاری، افزایش ضایعات و تکرار در بخش‌ها
- صرف انرژی مضاعف از مدیریت ارشد جهت هماهنگی‌ها و رفع تعارض بین بخش‌ها
- نیاز به یک شرکت سیستمی پاسخگو در سطح سازمانی بالاتر

هم‌چنین یکی دیگر از مشکلات تولید به روش ETO ، هم‌زمان‌سازی برنامه‌ریزی پروژه در مرحله هدف‌گذاری ، با زمانبندی تولید در مراحل پیشرفته از چرخه حیات پروژه است ،که عملاً غیر ممکن به نظر می‌رسد. عدم پشتیبانی برنامه‌ریزی احتیاجات توسط ساختار داده سیستم ETO در طول عمر پروژه و عدم وجود

برنامه‌های تکنیکی نوآورانه به منظور پشتیبانی از برنامه‌ریزان در مدیریت پیچیدگی‌های پروژه ، از دیگر چالش-های پیش‌رو این نوع تولید کنندگان است.[۱۰]

۴-۲-۶- عارضه‌یابی در چرخه عمر پروژه و راهکارها

یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت پروژه‌ها در سازمان‌ها انجام پروژه در قالب چرخه عمر پروژه از ایده تا اختتام می‌باشد؛ در حالی که در بعضی موارد اجرای پروژه براساس فازهای اجرایی مدیریت پروژه ، می‌تواند تأثیرات منفی برای رسیدن به اهداف پروژه بگذارد.در طول چرخه عمر پروژه ، عوامل منفی زیادی وجود دارد که باعث انحراف پروژه از مسیر تعیین شده و هدف اصلی می‌شود که بایستی با شیوه‌های مناسب و استفاده از ابزارهای مدیریت پروژه عارضه‌یابی شوند. در اینجا بر اساس مطالعات انجام شده به مهم‌ترین عارضه‌هایی که موجب انحراف از پروژه می‌شود ، می‌پردازیم.

در این بخش چرخه عمر مدیریت پروژه براساس الگوی PMBOK مد نظر قرار دارد .برای این کار باید هر یک از مراحل چرخه عمر پروژه را به دید یک مشکل ایجاد شده در آن مرحله نگریست و سپس دلایل بروز مشکل را با استفاده از طوفان فکری توسط کارشناسان استخراج و به صورت دلایل عمده و دلایل فرعی دسته‌بندی نمود.سپس با استفاده از نمودار، بیشترین ومهم‌ترین دلایل بروز مشکل را برای هر معلول رسم نمود.[۲۸]

بدین منظور با استفاده از روش طوفان فکری از ۱۰ نفر از کارشناسان خبره شرکت آلوپن که فعالیت‌شان در زمینه پروژه بوده است ، استفاده گردید. با نظرخواهی از آنان در جلسه طوفان فکری و با اجماع علاوه بر تعیین مشکل اصلی ، علل عمده و علل فرعی در فازهای مختلف پروژه ، جهت انتخاب مهم‌ترین و موثرترین علت‌ها در بروز مشکل اصلی انجام شد. به هرکدام از علت‌های اصلی وزن از ۱ تا ۱۰۰۰ نیز داده شده است تا بتوان جدول آن را رسم نمود.[۲۸]

در فاز اول یعنی خلق ایده پروژه ، مشکل ، شکست و از رده خارج شدن ایده و یا به عبارتی ایده‌های نامناسب تشخیص داده شد.علت‌های اصلی و فرعی بروز این مشکل طبق نظر کارشناسان به در جدول ۴-۲-۲ به شرح زیر است.[۲۸]

جدول ۴-۲-۲- بررسی علت و معلول در فاز خلق ایده پروژه

فار خلق ایده پروژه		مشکل شکست و از رده خارج شدن ایده
علل عمده	علل فرعی	وزن
محققین و کارکنان	شناخت کم محققین و کارکنان با چشم‌اندازو استراتژی‌های سازمان	۴۰۰
	توجه کم به ایده‌ها خلق شده توسط محققین	
	عدن استفاده از تکنیک‌های خلق ایده در شرکت	
	درگیر نبودن محققین وکارکنان شرکت در ارائه ایده‌های نو	
	عدم بررسی ریشه‌ای مشکلات سازمان و ذینفعان	
	عدم توجه محققین وکارکنان به جهت‌گیری کسب و کار سازمان	
صدای مشتریان و ذینفعان	عدم دقت لازم در تعریف ایده مناسب مشتری	۲۵۰
	توجه نکردن به خواسته مشتری	
	پیگیری نکردن شکایات مشتری	
	عدم فهم دقیق نیازها و توقعات ذینفعان کلیدی	
	از دست دادن مشتریان	
چشم‌اندازها و استراتژی‌ها	در راستا نبودن ایده با نیاز	۲۰۰
	عدم هم‌راستایی ایده با اهداف و استراتژی‌های سازمان	
	عدم وجود درک مشترک سازمانی و شفاف‌سازی چشم‌انداز سازمان	
	عدم وجود درک مشترک سازمانی	
	عدم درک شرایط محیطی داخلی و خارجی سازمان	
	عدم پاسخگویی به مشکلات و نیازهای سازمان	
نیاز دقیق بازار و مشتری	در نظر نگرفتن ذینفعان پروژه و انتظارات آن‌ها	۱۵۰
	عدم تحلیل رفتار و وضعیت بازار	
	عدم نگاه دقیق به وضعیت رقبا وکسب وکار	

فار خلق ایده پروژه		مشکل شکست و از رده خارج شدن ایده	
علل عمده		علل فرعی	وزن
		عدم توجه به محیط جغرافیایی	
		عدم توجه به محیط اقتصادی	

دو عامل عمده "محققین و کارکنان" و "صدای مشتری یا ذینفعان" که به ترتیب دارای امتیاز ۴۰۰ و ۲۵۰ هستند و مجموعا ۶۵۰ امتیاز از ۱۰۰۰ امتیاز را کسب کردند ، لذا این دو عامل مهم‌ترین و بیشترین تأثیر را در ایجاد مشکل ایده‌های نامناسب داشته‌اند.

با اتخاذ تدابیر جهت رفع مشکل اصلی باید در مرحله ایده به ایده‌های کارکنان توجه ویژه‌ای شود و از نظرات آنان استفاده گردد و از طرفی با توجه به خواسته‌ها و صدای مشتری به عنوان ذینفع کلیدی ، بتوان ایده‌هایی در جهت خواسته مشتری خلق گردد . با این کار می‌توان قسمت اعظم مشکل در ایده را حل نمود.

در فاز دوم با فاز نیازسنجی و امکان‌سنجی پروژه ، احتمال اشتباه دراین امر وجود دارد. علل این مشکل طبق نظر کارشناسان در جدول ۴-۲-۳ درج شده است.[۲۸]

جدول ۴-۲-۳- بررسی علت و معلول در فاز نیازسنجی و امکان‌سنجی

فاز نیازسنجی و امکان‌سنجی		اشتباه در نیازسنجی و امکان‌سنجی	
علل عمده		علل فرعی	وزن
بیانیه و منشور		عدم اخذ مجوزها و اختیارات و محدودیت‌های پروژه	۲۰۰
		عدم تعیین دقیق اهداف پروژه در منشور پروژه	
		شفاف نبودن بیانیه پروژه	
		عدم تایید و امضای منشور پروژه به وسیله ذینفعان	
		تعیین متدولوژی برای تایید و کنترل پروژه	

فاز نیازسنجی و امکان‌سنجی	اشتباه در نیازسنجی و امکان‌سنجی	
علل عمده	علل فرعی	وزن
	عدم توجیه و جلب نظر ذینعان کلیدی در منشور پروژه	
ریسک‌ها و گلوگاه‌ها	عدم توجه به داشتن متدولوژی مدیریت ریسک	۲۰۰
	عدم شناساسس گلوگاه‌های پروژه	
	عدم توجه به رویدادهای پیش‌بینی نشده	
	نداشتن استراتژی ماسب برخورد با ریسک پروژه	
فنی و تکنولوژیکی	عدم بررسی تکنولوژی‌های مناسب وکلیدی پروژه	۱۷۰
	عدم بررسی کیفیتت و استانداردهای فنی و تکنولوژیکی مورد استفاده	
	عدم بررسی توانمندی تخصصی اجرای طرح	
	نداشتن سناریوی مناسب جهت تست‌های اولیه و عملیاتی	
	عدم توجه به چرخه عمرتکنولوژی و توجیه فنی اجرای طرح	
نیرو انسانی	عدم بررسی کلان منابع انسانی	۱۶۵
	عدم توجه به شرایط احراز مجری طرح	
	عدم اتخاذ سیاست‌ها و رویه مناسی جذب ونگهداری	
	عدم داشتن ساختار سازمانی مناسب پروژه‌ای	
	عدم توجه به مسائل مربوط به اموزش و ارتقای محققین	
مالی و اقتصادی	عدم ارائه توجیه اقتصادی و مالی طرح	۶۰
	عدم ارائه توجیه مقایسه فایده و هزینه	
	نداشتن رویه مناسب تأمین مالی	
	عدم توجه به نرخ بازگشت سرمایه و میزان سرمایه و هزینه طرح	
قوانین ومقررات	نداشتن استراتژی قراردادها و رویه قانونی پروژه	۶۰
	عدم توجه به موارد حقوقی در پروژه	
	عدم توجه به قوانین مرتبط با مناقصه و تدارکات پروژه	
	عدم توجه به قوانین کار،مقررات بیمه و پیمان	
	عدم توجهبه قوانین مرتبط بانظام مالیاتی مرتبط با پروژه‌ها	

فاز نیازسنجی و امکان‌سنجی		اشتباه در نیازسنجی و امکان‌سنجی
علل عمده	علل فرعی	وزن
ایمنی، بهداشت ومحیط زیست	عدم ثبت عوامل بالفعل آسیب‌رسان در پروژه	۵۰
	عدم ثبت عوامل بالقوه آسیب‌رسان در پروژه	
	عدم در نظر گرفتن اقدامات کاهش ریسک در HSE پروژه	
	عدم داشتن استراتژی اقدامات ایمنی و بهداشت	
	نداشتن اهداف و معیار اجرا در HSE پروژه	
پدافند غیرعامل	رعایت نکردن اصول پدافند غیرعامل	۳۰
	نداشتن استراتژی‌های شفاف در امور پدافند غیرعامل	
	عدم توجه به مکان‌یابی جهت اجرای مناسب‌تر پروژه	
موارد ایمنی	عدم توجه به کار گیری دانش حفاظتی پروژه	۲۵
	عدم شناسایی نقاط ضعف و تهدیدات پروژه	
	عدم رعایت حفاظت از اطلاعات پروژه و لو نرفتن اطلاعات مهم	
	سهل‌انگاری و ساده‌اندیشی در راهبری پروژه	
برنامه‌ریزی اجرایی	عدم توجه به رویه اجرا، نظارت و کنترل	۲۰
	عدم توجه به برنامه زمانی اجرای پروژه	
	عدم توجه به برنامه منابع پروژه	
	عدم توجه به برنامه هزینه پروژه	
	عدم توجه به شرایط تحویل و رضایت‌مندی مشتریان	

با توجه به امتیازاتی که کارشناسان خبره به هرکدام از علت‌های عمده دادند ، مشخص گردید که عامل عمده بیانیه و منشور ، ریسک‌ها و گلوگاه‌ها ، فنی و تکنولوژیکی و نیروی انسانی است که به ترتیب دارای امتیازهای ۲۰۰ ، ۲۰۰ ،۱۷۰ و ۶۵ و در مجموع ۷۳۵ امتیاز از ۱۰۰۰ امتیاز شدند. بنابراین این ۴ عامل ، مهم‌ترین و بیشترین تأثیر در مشکل اشتباه در نیازسنجی و امکان‌سنجی پروژه را داشته‌اند.

برای رفع این مشکل می‌توان با اتخاذ تدابیر ، جهت رفع مشکل و تهیه دقیق منشور و بیانیه پروژه و برنامه‌ریزی جهت شناسایی ریسک‌ها و گلوگاه‌های پروژه و بررسی ابعاد دقیق فنی تکنولوژیکی و امکان دسترسی به آن و نیز داشتن سناریویی مناسب جهت جذب ، نگهداری و تعدیل نیروی انسانی براساس استراتژی‌های سازمان ، به منظور رفع و یا کاهش مشکل استفاده کرد.

در فاز بعدی پروژه برای مشکل در فاز برنامه‌ریزی عوامل بروز مشکل در جدول ۴-۲-۴ نشان داده شده است.[۲۸]

جدول ۴-۲-۴- بررسی علت و معلول در فاز برنامه‌ریزی

فاز برنامه‌ریزی		مشکل در برنامه‌ریزی
علل عمده	علل فرعی	وزن
طرح‌ریزی و تعریف محدوده و تهیه WBS	عدم تعریف دقیق محدوده و فعالیت‌ها	۲۵۰
	عدم تعیین توالی فعالیت‌ها	
	عدم تخمین مدت فعالیت‌ها	
	عدم تخمین منابع فعالیت‌ها	
	عدم کفایت در برنامه‌ریزی فعالیت‌ها	
	تعریف ضعیف محدوده و بسته‌های کاری	
	عدم انجام تغییرات مربوط به مشتری	
	عدم کفایت کنترل حدوده در حین اجرا	
	تعریف ناهماهنگ،غیر شفاف خواسته‌های کیفیت تغییرات در محدوده	
یکپارچگی	مدیریت ناصحیح و ضعیف یکپارچگی پروژه در دوره عمر پروژه	۱۵۰
	برنامه‌ریزی ناکافی منابع	
	تخصیص ناکافی منابع	
	عدم ایجاد هماهنگی با ذینفعان کلیدی پروژه	
زمان	اشتباه در برآورد زمان	۱۳۰

	پیش‌بینی ناصحیح ازمیزان در دسترس بودن منابع	
	مدیریت ناصحیح مسیرهای بحرانی و شناوری‌ها	
	تغییر در محدوده پروژه‌ها بدون در نظر گرفتن افزایش زمان	
	عدم تخیمن دقیق مدت زمان پروژه	
	اشتباه در برآورد هزینه‌ها	۱۰۰
	تغییرات پیش‌بینی شده در قیمت‌ها	
ی هزینه‌ها و بودجه‌بندی	وجود بهره‌وری پایین نسبت به هزینه‌های پرداختی پروژه	
	عدم بررسی مشکلات قابل پیش‌بینی	
	عدم در نظر گرفتن محدودیت‌های بودجه	
	استانداردهای پایین کیفی در طراحی و اجرا	۸۰
	عدم کفایت سیستم تضمین کیفیت	
طرح‌ریزی کیفیت	نداشت برنامه‌ریزی کیفیت در پروژه	
	عملکرد ضعیف در خصوص استفاده از ابزار کیفیت در پروژه	
	نادیده گرفتن ریسک‌ها	۵۰
	عدم پایش وکنترل ریسک‌ها	
ریزی مدیریت ریسک	مدیریت ضعیف در به کارگیری سیستم‌های بیمه‌ای	
	رویه ضعیف در انتخاب پیمانکاران	۲۵
	شرایط غیر قابل پیش‌بینی در مفاد قرارداد	
ریزی خرید و تدارکات	به کارگیری پیمانکاران بی‌صلاحیت	
	تخصیص نامناسب ریسک در قرارداد	
	عدم دقت در برنامه‌ریزی یا برقراری ارتباطات	۱۵
	مدیریت نامناسب ارتباطات و اطلاعات	
طرح‌ریزی ارتباطات	اقدام اشتباه به دلیل دریافت اطلاعات ناصحیح	

در فاز برنامه‌ریزی ، با توجه به امتیازات کارشناسان خبره، مشخص شد که عامل‌های "طرحریزی و تعریف محدوده و WBS " و " طرح‌ریزی منابع انسانی " و "یکپارچگی و زمان‌بندی" که مجموعا ۷۳۰ امتیاز کسب کردند ؛ مهم‌ترین عوامل در ایجاد مشکل در برنامه‌ریزی هستند.

به منظور رفع این مشکل لازم است اقداماتی جهت تعریف شفاف و مناسب محدوده مطابق با آنچه که مد نظر کارفرما است؛ و تهیه و طرح‌ریزی ساختار شکست کار ونیز اقدام به طرح‌ریزی مناسب جهت جذب نیروی انسانی مطابق با نیاز پروژه که شرایط لازم را دارا باشد و طرح‌ریزی جهت ایجاد سیستم یکپارچه جهت پرداختن به تمامی موضوعات مورد نیاز در پیکربندی مناسب پروژه ودقت در برنامه‌ریزی و

پیش‌بینی مناسب زمان‌بندی پروژه و استفاده از سیستم‌های نرم‌افزاری جهت طرح‌ریزی ، به منظور رفع قسمت اعظم مشکل در فاز برنامه‌ریزی پروژه اقدام نمود.

در فاز بعدی یعنی اجرای پروژه ، علت‌های عمده بروز مشکل در اجرای نامناسب پروژه در جدول ۴-۲-۵ نشان داده شده است.[۲۸]

جدول ۴-۲-۵- بررسی علت و معلول در فاز اجرای پروژه

فاز اجرای پروژه	مشکل در اجرای پروژه	
علل عمده	علل فرعی	وزن
هدایت و مدیریت و یکپارچگی اجرای پروژه	عدم توانایی و ظرفیت‌سازی مجری	۳۵۰
	عدم ظرفیت کمی وکیفی پیمانکارن بالقوه	
	عدم کیفیت هماهنگی و کنترل	
	عدم کیفیت و دقت در برآورد منابع	
فنی	عدم روش‌های اجرا و فرآیندهای فنی	۲۰۰
	عدم بازنگری در هزینه‌های تکمیل کار	
	عدم بازنگری در زمان تکمیل کار	
	عدم ساخت دقیق محصولات	
	عدم فن‌آوری وکیفیت و استانداردها	
	عدم تغییرات در طراحی و تبعات آن و معیارهای تست و پذیرش	
تضمین کیفیت	استانداردهای پایین کیفی در طراحی و اجرا	۲۰۰
	عدم کفایت سیستم تضمین کیفیت	
	بروز تأثیرات زیست محیطی بر کیفیت پروژه	
جذب و توسعه تیم پروژه	ارتباطات ضعیف در تیم پروژه	۱۰۰
	تغییرات در تیم اصلی	

فاز اجرای پروژه		مشکل در اجرای پروژه
علل عمده	علل فرعی	وزن
	عدم تخصص کافی تیم پروژه	
	عدم توجه به مسائل انگیزشی و آموزشی	
	عدم تعریف صحیح ومناسب مسئولیت‌های تیم کارفرما	
توزیع اطلاعات	مدیریت نامناسب ارتباطات و اطلاعات	۵۰
	اقدام اشتباه هب دلیل دریافت اطلاعات ناصحیح	
	دادن اطلاعات ضعیقف به ذینفعان کلیدی پروژه	

در فاز اجرای پروژه ، عوامل "هدایت و مدیریت یکپارچگی اجرا" و " فنی" و "تضمین کیفیت " عوامل عمده مورد نظر کارشناسان برای ایجاد مشکل در این فاز شناسایی شدند که مجموعاً ۸۵۰ امتیاز به دست آوردند.

به منظور رفع این مشکل باید با اتخاذ تدابیر مناسب جهت اجرای بکپارچه و هدایت و راهبری دقیق در اجرای موارد برنامه‌ریزی شده و نظارت بر اننجام صحیح امود فنی پروژه با توجه به کیفیت در زمینه اجرای پروژه و محصول و یا فرآیند جهت رفع مشکل اقدام نمود.

در فاز نظارت و کنترل پروژه مهم‌ترین علت بروز مشکل در پروژه در جدول ۴-۲-۶ نشان داده شده است.[۲۸]

جدول ۴-۲-۶- بررسی علت و معلول در فاز نظارت و کنترل پروژه

فاز نظارت و کنترل پروژه		مشکل در کنترل پروژه
علل عمده	علل فرعی	وزن
کنترل یکپارچه تغییرات	عدم کنترل و نظارت بر تغییر خواسته ذینفعان	۳۵۰
	کنترل ناصحیح و ضعیف یکپارچگی پروژه در طول چرخه عمر پروژه	
	عدم کنترل ونظارت بر یکپارچگی متغیرهای محیطی	
	عدم کنترل یکپارچه تغییرات بر سایر حوزه‌های دانشی پروژه	
محدوده	عدم نظارت و کنترل بر تعریف و بازنگری محدوده پروژه	۳۰۰
	عدم نظارت و کنترل بر اجرای دقیق محدوده پروژه	
	عدم نظارت و کنترل ساختار شکست کار پروژه	
	عدم کنترل تغییرات احتمالی محدوده پروژه	
زمان‌بندی	عدم کنترل تغییرات احتمالی زمان‌بندی	۱۵۰
	عدم کنترل افزایش زمان اجرای پروژه	
	عدم کنترل مسیر بحرانی پروژه	
هزینه	عدم کنترل تغییرات احتمالی محدوده پروژه	۱۰۰
	عدم کنترل افزایش هزینه اجرای پروژه	
	عدم کنترل هزینه تخمین زده شده	
کیفیت	عدم نظارت وکنترل بر اجرای کیفیت پروژه	۵۰
	عدم کنترل و نظارت بر کاهش کیفیت اجرای پروژه	
	عدم کنترل ونظرات دقیق بر استفاده از ابزارهای کنترل کیفیت پروژه	
گزارش‌دهی عملکرد مدیریت ذینفعان	عدم کنترل نوع و مقدار اطلاعاتی که باید گزارش شود	۳۰
	عدم کنترل ونظارت بر بهنگام سازی گزارشات ذینفعان	
مدیریت تیم پروژه	عدم کنترلو نظارت بر آموزش تیم پروژه	۱۵
	عدم کنترل بر کارکرد تیم پروژه	

فاز نظارت و کنترل پروژه	مشکل در کنترل پروژه	
علل عمده	علل فرعی	وزن
	عدم کنترل و نظرات بر اجرای سیستم انگیزشی تیم پروژه	
ریسک های پروژه	عدم کنترل ونظارت بر اجرای دقیق فرایندهای مدیریت ریسک	۵
	عدم کنترل ونظارت بر ارزیابی ریسک‌ها	
	عدم کنترل بر حسن اجرای قرارداد	

در فاز نظارت و کنترل پروژه مهم‌ترین علت بروز مشکل " کنترل یکپارچه تغییرات " و "محدوده" و "زمان‌بندی" از نظر کارشناسان خبره معرفی شد که امتیازهای ۳۵۰ و۳۰۰ و ۱۵۰ را کسب کردند و این نشان‌دهنده تأثیر بسیار این عوامل در بروز مشکل در این فاز است.

می‌توان با اتخاذ تدابیر جهت ایجاد سیستم نظارت و کنترلی که بتواند به صورت یکپارچه و در دوره‌های زمانی منظم، کنترل یکپارچه‌ای از تغییرات و اصلاحات مورد درخواست ایجاد کند؛ اقدام نمود. هم‌چنین کنترل محدوده و این موضوع که پروژه طبق توافق محدوده با کارفرما انجام شود و زمان اجرای هریک از فعالیت‌ها کنترل و نظارت گردد تا از مسیر زمانی تعیین شده خارج نشود؛ باید در دستور کار قرار گیرد، تا بتوان قسمت مهم بروز اشکال در فاز نظارت و کنترل را حل نمود.

در فاز اختتام ، تحویل و بهره‌برداری مهم‌ترین علت بروز مشکل در پروژه در جدول ۴-۲-۷ نشان داده شده است.[۲۸]

جدول ۴-۲-۷- بررسی علت و معلول در فاز اختتام ، تحویل و بهره‌برداری

فاز اختتام ، تحویل و بهره‌برداری	مشکل در اختتام ، تحویل و بهره‌برداری	
علل عمده	علل فرعی	وزن
خاتمه پروژه و تحویل واخذ تاییدیه مشتری	عدم اتمام در زمان مقرر	۴۰۰
	عدم تحویل به موقع پروژه	
	عدم اخذتاییدیه نهایی مشتری	
	عدم برآورده شدن هزینه توسط کارفرما	
خاتمه قرارداد	عدم تسویه نهایی طبق قرارداد	۲۵۰
	عدم تحویل اقلام قابل تحویل	
	عدم اجرای مفاد قرارداد	
	فسخ قرارداد از سوی یکی از طرفین	
مستندسازی	عدم انجام مستندات خاتمه طرح	۲۰۰
	مستندسازی ناقص	
	عدم نوشتن گزارش نهایی	
	عدم بازبینی فرآیندها وخروجی های گزارش شده	
بهره‌برداری	عدم ارائه محصول پروژه	۲۰۰
	عدم اخذ مجوز بهره‌برداری از مراجع قانونی	
	وجود نقص فنی	

در فاز اختتام ، تحویل و بهره‌برداری ، با توجه به امتیازاتی که کارشناسان خبره به علت‌ها دادند مشخص گردید که عوامل "خاتمه و اخذ تأییدیه" و "خاتمه قرارداد" که در کل ۶۵۰ امتیاز را کسب کردند، تأثیر زیادی در بروز مشکل در این مرحله دارند.

به عنوان راهکاری برای حل این مشکل می‌توان به اتخاذ تدابیری جهت بررسی موارد مربوط به خاتمه پروژه و انجام دقیق تمامی مفاد قرارداد و نیز اخذ تأییدهای مورد نیاز با امضاء از ذینفعان ، اشاره نمود که کاهش مشکلات در این مرحله خواهند شد.

فصل پنجم

نتیجه‌گیری

۵-۱- نتیجه‌گیری

ما معمولاً به دنبال تقویت و استمرار نتایج دلخواه و رفع یا تقلیل نتیاج غیر دلخواه هستیم. برای مثال در محیط کاری دوست داریم محصولات با کیفیتی تولید کنیم ، زمان تولید را کاهش دهیم ، بهره‌وری را افزایش دهیم ، رضایت شغلی را زیاد کنیم ، مشتریان را راضی نگه داریم ، ضایعات را کاهش دهیم ، تنش‌های میان کارکنان و مدیریت را از بین ببریم و غیره . واضح است که هریک از اهداف فوق از عوامل و مراتبی ناشی می‌شوند و دستیابی به نتایج مطلوب مستلزم پرداختن به علت‌های پدیدآورنده آن‌ها است.

یکی از این علت‌ها نبود سیستم برنامه‌ریزی تولیدی متناسب در شرکت‌هاست. حتی گاهی با وجود سیستم برنامه‌ریزی، به علت عدم تناسب بین برنامه و شرکت، برنامه عملاً اجرایی نبوده و تنها معطوف به کاغذبازی‌های اداری می‌شود.

بنابراین در همین راستا در شرکت آسیاتک الکترونیک بعد از مشاهده و روندکار ، به منظور افزایش میزان بهره‌وری تلاش‌هایی در جهت بهبود سیستم برنامه‌ریزی تولید محصولات صورت گرفت.

برای رله‌های الکتریکی بعد از انجام زمان‌سنجی و استفاده از نمونه زمان‌های مشاهده شده توسط شرکت به منظور افزایش صحت زمان‌سنجی ، زمان استاندارد انجام کار محاسبه شد.سپس بر همین مبنا ، برنامه

تولید میان‌مدت و برنامه تولید کوتاه‌مدت برای ۱ماه برنامه‌ریزی شد و میزان اضافه‌کاری پرسنل با توجه به برنامه تولید مشخص شد.

سپس به معرفی سیستم تولید ETO پرداخته شد.نحوه برنامه‌ریزی در این سیستم،تفاوت با سایر استراتژی‌های تولید ، مشکلات موجود در این زمینه نیز بیان شد.در پایان نیز به عارضه‌یابی چرخه عمر چروژه به همراه راهکارهای آن پرداخته شد.

منابع

۱.برنامه‌ریزی اصلی در سیستم تولید ETO

۲. جعفر نژاد،احمد ؛ مروتی شریف آبادی،علی. ۱۳۸۸. مدیریت تولید و عملیات.موسسه کتاب مهربان نشر

۳.پناهی فرد، فرهاد. مهندسی مجدد و افزایش بهره‌وری،برنامه‌ریزی تولید در یک سیستم ETO . مجله روش.شماره ۱۲۷

۴.اسماعیلی ، مهدی. برنامه‌ریزی وکنترل تولید و موجودی.مرکز آموزش شرکت ساپکو.

۵. تیموری،ابراهیم ؛ شفیعیان بجستانی،جواد ؛ کلب خانی،کاظم. بهمن ۱۳۸۳.انتخاب و توسعه همزمان تامین‌کنندگان در شرایط فازی.

۶. www.4eto.co.uk

۷. Graham Sharpe , David Smith , Peter Knight. Meeting the needs of “Engineer to Order” Businesses with Jobscope Enterprise ERP.

۸.www.sap.com

۹. paulo cesar chagas rodrigues , otavio jose de oliveira . The Importance Of Analysis Of Production System Engineering- To-Order And Make-To-Stock In Two Business Sector Graph

۱۰.www.Camelot-Itlab.Com/Production&Solution/ Engineer To Order Supply Chain Planning.

۱۱. Mohamed El-Mehalawi . Scheduling and Controls of Project Manufacturing

۱۲.J.W.M.Bertrand , D.R.muntslag .Production Control In Engineer To Order firms.

۱۳.www.ArenaSolution.com

۱۴.http://engir.blogfa.com/1391/12

۱۵. احمدیان نژاد، داوود.۱۳۹۳. آموزش سریع Microsoft project .انتشارات عابد.

۱۶.http://coelectronic1.blogfa.com/post/36

۱۷. http://powerproject.blogfa.com/tag

۱۸.http://electroo.blogfa.com/post-223.aspx

۱۹. http://www.sgama.blogfa.com/post/56

۲۰.http://www.smdpart.com/news/230/3

۲۱.http://www.elmicro.ir/electronic/sundry/174-solder-smd.html

۲۲. http://6alpha.blogfa.com/post-262.aspx

۲۳. قلی پور،حسین.فروردین ۱۳۹۱. دایره المعارف قطعات الکترونیکی. نشر فرهنگ متین.

۲۴.فاطمی قمی، محمد تقی. ۱۳۷۴.برنامه‌ریزی و کنترل تولید وموجودی‌ها.انتشارات امیرکبیر.

۲۵.عالم،اکبر ؛ رحیمی،علیرضا.۱۳۸۷.مدیریت دانش و برنامه‌ریزی منابع سازمان.انتشارات اشراقی.

۲۶.بیکر؛فاطمی قمی،محمد تقی .۱۳۸۸.توالی عملیات و زمان‌بندی.انتشرات دانشگاه صنعتی شریف.

۲۷.علی احمدی،علیرضا.مهندسی کار و مدیریت زمان.انتشارات دانشگاه علم و صنعت.

۲۸.کریمی پور،مهدی ؛ نجفی، اسداله .عارضه‌یابی در چرخه عمر پروژه مبتنی بر نمودار علت و معلول . کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.

۲۹. Paulo César , Otávio J. Oliveira . Engineering-To-Order Versus Make-To-Stock Strategy: An Analysis At Two Printing Companies

۳۰. Miroslaw Matuske . Layout Planning : A Case Study On Engineering To Order