بسم الله الرحمن الرحیم

مدیریت تولید

(ویژه آزمون کارشناسی ارشد/سراسری و آزاد)

نسخه دوم-اردیبهشت ۹۷

پوشش کامل مباحث درس مدیریت تولید در آزمون کارشناسی ارشد

انطباق صد درصدی با آزمون سال های ۸۵ تا ۹۷

بیش از ۴۴۰ تست، بصورت مبحث به مبحث از سال های ۷۵ تا ۹۷

مولف: علی بانشی//دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی گرایش تولید و عملیات دانشگاه تهران//رتبه ۸ مدیریت صنعتی در آزمون سال ۱۳۹۵ و رتبه ۱۰ مدیریت صنعتی سال ۱۳۹۶

هرگونه خلاصه برداری، کپی و یا تایپ مجدد از این اثر اخلاقا و شرعا مجاز نمی باشد.

مقدمه مولف

جزوه حاضر جهت یادگیری مباحث درس مدیریت تولید ویژه داوطلبان آزمون کارشناسی ارشد رشته های مدیریت صنعتی و تکنولوژی تالیف شده که شامل ۱۵ فصل می باشد.در هر فصل پس از بیان کامل هر مبحث برای تشریح بهتر موضوع سوالات آزمون کارشناسی ارشد سراسری و آزاد سالهای ۷۵ تا ۹۷ با پاسخ کاملا تشریحی،ساده و روان آورده شده اند.

از ویژگیهای مهم و بارز این جزوه وجود بیش از ۴۴۰ سوال ۴ گزینه ای و انطباق ۱۰۰ درصدی با آزمون سالهای ۸۵ تا ۹۷ می باشد.

امید است که با تالیف این اثر توانسته باشیم گامی در جهت پیشرفت علم و آگاهی داوطلبان آزمون کارشناسی ارشد برداشته باشیم.

علی بانشی//رتبه ۸ مدیریت صنعتی آزمون کارشناسی ارشد سال ۱۳۹۵ و رتبه ۱۰ سال ۱۳۹۶

دانشجوی مدیریت صنعتی(گرایش تولید و عملیات)دانشگاه تهران

با آرزوی موفقیت-اردیبهشت ۹۷

تقدیم به مادرم

فهرست مباحث

فصل اول: سیستم های تولیدی و زنجیره تامین----------۱۰
انواع سیستم های تولیدی
تولید دستی
تولید انبوه
تولید ناب و بهنگام(jit)
عناصر کلیدی در تولید ناب و بهنگام
کانبان
راه اندازی سریع و تک دقیقه ای قالب (SMED)
تولید سلولی یا سلولار
تکنولوژی گروهی (GT)
کیفیت در jit
سیستم های تولید انعطاف پذیر (FMS)
تولید یکپارچه کامپیوتری (CIM)
تئوری محدودیت ها (TOC) یا تکنولوژی تولید بهینه
تولید چابک
تفاوت های بین تولید چابک و تولید ناب
مدیریت زنجیره تامین (SCM)
زنجیره تامین ناب و چابک
ادغام عمودی
ادغام افقی
اثر شلاقی در زنجیره تامین
طبقه بندی دیگر از فرآیندهای تولید

فصل دوم: نقطه سر به سر و تصمیم گیری----------۲۶
مدل نقطه سر به سر
حداکثر سازی سود
ارزیابی گزینه های مختلف
نقطه سر به سر چند چند محصولی

فصل سوم: طراحی و توسعه محصول----------۳۶
چرخه حیات محصول

مراحل تبدیل ایده به طرح محصول و توسعه آن
تفاوت های کالا و خدمات
طراحی خدمات
طراحی محصول
ارگونومی یا مهندسی عوامل انسانی
استفاده از کامپیوتر در طراحی و ساخت محصول
طراحی برای ساخت (DFM)
طراحی برای مونتاژ (DFA)
روش های ارزیابی و بهبود طراحی محصول (قبل از تست محصول در بازار)
روش معیار ترجیح
روش براون-جیبسون
رویکرد مشتری مدار به طرح ریزی و بهبود کیفیت محصول (QFD) با گسترش عملکرد کیفیت
ماتریس خانه کیفیت (HOQ)
۳ دسته از خصوصیات کیفی محصول
روش بررسی حالات خرابی و شکست و آثار آن (FMEA)
روش تاگوچی
روش مهندسی ارزش یا تجزیه و تحلیل ارزش
روش مهندسی همزمان
قابلیت اطمینان

فصل چهارم: پیش بینی تقاضا----------۵۱
روش های پیش بینی تقاضا
روش های کیفی
روش های شبیه سازی
روش های سری زمانی
روش نایو یا روش آخرین دوره
روش میانگین ساده
روش میانگین متحرک ساده
روش میانگین متحرک وزنی یا موزون
روش هموارسازی نمایی یا نمو هموار ساده
روش نمو هموار دوبل یا تعدیل شده
روش تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی
روش تعدیلات فصلی
شرایط لازم برای انتخاب یک مدل پیش بینی
تعیین میزان صحت پیش بینی
جمع جبری خطاها یا خطای تجمعی (RSFE)
میانگین قدر مطلق خطا (MAD)
میانگین مجذور خطا (MSE)
میانگین قدر مطلق درصد انحرافات (MAPD)

علامت نمایانگر (TS)
فاصله اطمینان برای پیش بینی
ترکیب روش های پیش بینی تقاضا
روش های علی و سببی پیش بینی

فصل پنجم: برنامه ریزی جامع----------۷۱
۳ سطح مختلف برنامه ریزی در سیستم های تولیدی و عملیاتی
برنامه ریزی جامع
استراتژی های جوابگویی به تقاضای دوره های مختلف
برنامه ریزی براساس تولید ثابت (MCP)
برنامه ریزی براساس تولید متغیر (استراتژی تعقیب)
برنامه ریزی ترکیبی
تعیین استراتژی بهینه تولید

فصل ششم: برنامه ریزی مواد اولیه و قطعات (MRP)----------۸۲
تقاضای مستقل
تقاضای وابسته
برنامه ریزی مورد نیاز (MRP)
ورودی های سیستم MRP
روش برنامه ریزی مواد مورد نیاز
روش بهره به بهره (LBL)یا دسته به دسته
روش بسته ای
برنامه ریزی ظرفیت مورد نیاز (CRP)
MRP حلقه بسته
برنامه ریزی منابع تولید یا MRP-II

فصل هفتم: کنترل موجودی----------۹۷
هدف کنترل موجودی
مفاهیم و واژه های کنترل موجودی
سیستم کنترل موجودی ABC یا اصل پاره تو
مدل های کنترل موجودی
مدل اقتصادی سفارش (EOQ)
تحلیل حساسیت در مدل اقتصادی سفارش
مدل مقدار اقتصادی تولید (EPQ) یا مدل دریافت تدریجی کالا (POQ)
مدل تخفیف در خرید کلی کالا
مدل موجودی با کمبود
سیستم مقدار ثابت سفارش یا مرور دائم (FOQ)
سیستم فاصله ثابت زمانی بین سفارش ها یا مرور دوره ای (FOI)
سیستم انبار پایه یا سفارش اختیاری (OR)

فصل هشتم: مکان یابی و روش های چیدمان و استقرار----------۱۲۴
دیدگاه سیستمی
عوامل مربوط به بازار
عوامل مربوط به هزینه های مشهود و عینی
عوامل مربوط به هزینه های غیر مشهود
روش های کمی مکان یابی و جایابی
روش نیروی جاذبه یا مرکز ثقل
روش امتیازدهی و وزن دهی به عوامل جایابی
روش حرکت- مسافت
روش مدل میانه یا خطی شکسته
روش براون- جیبسون
طرح ریزی
انواع طرح استقرار در سازمان های خدماتی و تولیدی
استقرار بر مبنای محصول
استقرار بر مبنای فرآیند
استقرار بر مبنای وضعیت ثابت
روش ترکیبی
عوامل موثر در انتخاب طرح استقرار یا لی اوت
شیوه های تعیین طرح استقرار برمبنای فرآیند تولید (از ساده تا پیچیده)
تجزیه و تحلیل لی اوت بر اساس محصول

فصل نهم: کار سنجی، زمان سنجی و منحنی یادگیری----------۱۴۷
مطالعه یا طراحی کار
تکنیک های روش سنجی، حرکت سنجی یا کار سنجی
مطالعه حرکات خرد و جزئی
تجزیه و تحلیل تربلیگ
مطالعه حرکات مسیر بدن با استفاده از فیلم
استفاده از نمودارهای جریان کار
تجزیه و تحلیل عملیات
جدول از-به
جدول رابطه فعالیت ها
تکنیک های زمان سنجی
روش تخمینی
زمان سنجی با کرنومتر یا ساعت های متوقف شونده
زمان سنجی به کمک نمونه برداری از کار
سیستم زمان سنجی با استفاده از داده های استاندارد
سیستم زمان سنجی MTM
تکنیک توالی عملیات مینارد (MOST)

منحنی یادگیری

فصل دهم: سیستم های تولیدی غیر پیویسته----------۱۷۰
بارگذاری کارگاهی
الویت بندی یا تعیین توالی
روش های الویت بندی انجام سفارش ها بر روی یک ماشین
روش انجام سفارش به ترتیب ورود (FCFS)
روش کمترین زمان عملیات (SPT)
روش بیشترین زمان عملیات (LPT)
روش کمترین زمان عملیات موزون یا حداقل میانگین موزون (SWPT)
روش زودترین موعد تحویل (EDD)
روش مور (Moore)
روش الویت بندی براساس تاخیر مجاز سفارش ها (SLACK)
روش نرخ بحرانی (CR)
روش بهترین طریق بندی (NBR)
شاخص های مقایسه روش های الویت بندی
روش جانسون
مراحل انجام روش جانسون برای ۲ مرکز کاری
مراحل انجام روش جانسون برای ۳ مرکز کاری

فصل یازدهم: برنامه ریزی ظرفیت و تئوری صف----------۱۹۳
تئوری صف
سیستم یک کاناله و یک مرحله ای
سیستم چند کاناله و یک مرحله ای
سیستم یک کاناله و چند مرحله ای
سیستم چند کاناله و چند مرحله ای
تحلیل سیستم خدمت دهی یک کاناله و یک مرحله ای
تحلیل سیستم خدمت دهی چند کاناله و یک مرحله ای
برنامه ریزی ظرفیت برای سیستم های تولیدی
تخمین خرابی در سیستم های تولیدی
برآورد تعداد ماشین مورد نیاز با در نظر گرفتن درصد ضایعات تولید هر ماشین
کارآیی یا راندمان هر دستگاه

فصل دوازدهم: مدیریت و کنترل پروژه----------۲۱۱
پروژه و ویژگی های آن
ساختار شکست کار (WBS)
۳ مرحله مدیریت پروژه
روش های زمان بندی و برنامه ریزی شبکه
ساختار شبکه های برداری (AOA)

۴ نکته در رسم شبکه ها
روش مسیر بحرانی (CPM)
شناوری رویداد
رویداد بحرانی
شناوری مسیر
شناوری فعالت ها
شناوری کل (TF)
شناوری آزاد (FF)
شناوری ایمنی یا اطمینان (SF)
شبکه های دارای زمان احتمالی (PERT)
چند نکته در رابطه با شبکه های پرت
تحلیل پرت/هزینه (PERT/COST)
تخصیص و تسطیح منابع
شبکه های گروهی (AON)
شبکه های پیش نیازی(PN)
استانداردهای مدیریت پروژه

فصل سیزدهم: مدیریت کیفیت----------۲۳۸
تعریف کیفیت
اجزاء کیفیت محصول
اجزاءکیفیت خدمات
هزینه های کیفیت
اصول ۱۴گانه دمینگ در بهبود کیفیت
مدیریت کیفیت جامع (TQM)
مدیریت کیفیت جامع (TQM) و کنترل کیفیت جامع (TQC)
استانداردهای مدیریت کیفیت
روش های بهبود کیفیت
کایزن
الگو برداری، محک زنی رقابتی یا بنچ مارکینگ
مهندسی مجدد یا بازسازی فرآیند
بهره وری
کارآیی
شاخص ارزیابی بازده
شاخص ارزیابی هزینه تولید هرواحد
نرخ بهره وری کیفیت یا نسبت کیفیت به بهره وری (QPR)

فصل چهاردهم: کنترل کیفیت----------۲۵۰
تعریف کنترل کیفیت
سه جنبه کنترل کیفیت

کنترل آماری فرآیند و نمودارها
نمودارهای کنترل
اصول نمودارهای کنترل
نمودارهای کنترل برای مشخصه های کیفی و وصفی
نمودار P یا نمودار کنترل نسبت یا درصد اقلام معیوب و ناسالم
نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب یا نمودار np
نمودار c یا نمودار کنترل تعداد نقص ها (عیب ها و اشکال ها/نه معیوب ها و ناسالم ها) در حجم نمونه ثابت یا تعداد نقص ها در یک واحد محصول
نمودار u یا نمودار تعداد نقص ها (عیب ها و مشکل ها) در حجم نمونه متغیر
نمودارهای کنترل برای متغیرهای کمی و قابل اندازه گیری
صحت و دقت فرآیند
نمونه گیری به منظور پذیرش
ارزیابی طرح نمونه گیری و منحنی OC
متوسط کیفیت خروجی (AOQ)
متوسط کل بازرسی (ATI)

فصل پانزدهم: نگهداری و تعمیرات----------۲۷۱
تروتکنولوژی یا مدیریت و حفاظت فنی
انواع تعمیرات
توابع احتمالی توزیع عمر
سرعت لحظه ای خرابی
قابلیت اطمینان
فرکانس یا سرعت خرابی
متوسط زمان بین ۲ خرابی متوالی (MTBF)
متوسط زمان بین تعمیرها
نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM)

منابع----------۲۸۳

با توجه به تنوع و مقادیر تولید شده در ۳ سیستم قبل، پنج فرآیند تولیدی متفاوت قابل ذکر است.

۱- فرآیند تولید پیوسته یا جریانی(تولید محصولات غیر قابل شمارش) در تولید پیوسته، تنوع محصولات کم و حجم تولید بالاست، محصولات از یک خانواده هستند، تخصص گرایی بالاست، تجهیزات کاملا تخصصی و گاها اتوماسیونی هستند که درجه استاندارد شدن بالایی دارند و لذا به کارگران ماهر احتیاجی نیست. در این فرآیند محصولات غیر قابل شمارش بصورت جریانی در مقیاس انبوه تولید می شوند.

مثال ها در سازمان های تولیدی	مثال ها در سازمان های خدماتی
مواد شیمیای و دارو- کاغذ- پارچه	تولید الکتریسیته و برق

۲-فرآیند تولید انبوه یا مداوم یا خط مونتاژ: تولید محصولات در حجم زیاد و بصورت سری سازی. در تولید انبوه چون تجهیزات کاملا تخصصی هستند، هزینه ثابت اولیه بسیار زیاد بوده ولی به دلیل حجم زیاد تولید و سرشکن شدن این هزینه ثابت اولیه بر حجم زیادی از محصولات پدیده صرفه جویی ناشی از مقیاس رخ می دهد و معمولا هزینه یک واحد محصول کم است. تفاوت اصلی خط تولید انبوه با فرآیند پیوسته و جریانی در این است که در فرآیند تولید انبوه محصولات قابل شمارش به تعداد زیادی تولید می شوند (مثل خودرو). سایر ویژگی های اعم از تجهیزات، نوع اتوماسیون و مهارت مورد نیاز کارکنان شبیه به تولید پیوسته و جریانی می باشد.

مثال هایی برای سازمان های تولیدی	مثال هایی برای سازمان های خدماتی
خودرو –رب گوجه	توزیع- خشکشویی

۳-فرآیند تولید دسته ای یا متناوب: برای تولید مقدار کم از محصولات مشابه مورد استفاده قرار می گیرد که زمان تولید کوتاه دارند و در آن ها توالی مشابهی از عملیات مشاهده می شود. در این فرآیند برای تنظیم ماشین آلات و اجرای وظایف متنوع در هنگام تولید به کارگران ماهرتری نیاز است و این اختلاف باعث می شود که هزینه یک واحد محصول افزایش یابد.

مثال های برای سازمان های تولیدی	مثال های برای سازمان های خدماتی
کتاب- پوشاک	غذای آماده- کپی

۴-فرآیند کارگاهی، غیر پیوسته یا سفارشی: در این فرآیند محصولات تخصصی با تنوع زیاد و در حجم کم و به سفارش مشتریان تولید می شود که هر کدام ازاین محصولات توالی مختلفی از عملیات تولید را دنبال می کنند. کارگران از مهارت بالایی برخوردار بوده و می توانند وظایف متنوعی را انجام دهند. در این سیستم چون محصول از انعطاف بالایی در قبال مشتری برخوردار است. لذا هزینه یک واحد محصول بالاتر از سایر فرآیندها می باشد.

نکته۱) فرآیند تولید کارگاهی اساسا یک سیستم ساخت براساس سفارش (MTO) می باشد.

مثال در سازمان های تولیدی	مثال در سازمان های خدماتی
میز- صندلی	حقوق کارگران هتل- رستوران

۵-**فرآیند تولید پروژه ای:**که در آن یک قلم محصول منحصر به فرد، بزرگ و پیچیده تولید می شود. محصولات در یک محل ثابت هستند و اجزا و مونتاژ فرعی به محل آورده می شوند. در این سیستم مهارت کارگران و هزینه ها عمدتا زیاد می باشد.

مثال در سازمان های تولیدی	مثال در سازمان های خدماتی
هواپیما- کشتی	سد و ساختمان سازی

نکته۲) مزایای فرآیند تولید انبوه یا تولید پیوسته و جریانی عبارتند از : سرعت بالای تولید، هزینه کم برای هر واحد، کارآیی و راندمان بالا و دارای برنامه ریزی تولید آسان. و معایب فرآیند تولید انبوه یا تولید پیوسته و جریانی عبارتند از: سرمایه گذاری اولیه بسیار زیاد، عدم انعطاف خطوط تولید، رضایت کم کارکنان سازمان (بدلیل انجام کارهای تکراری).

نکته۳) مزایای فرآیند کارگاهی عبارتند از: سرمایه گذاری اولیه کمتر، تنوع محصولات و رضایت کارکنان (بدلیل توسعه و تنوع شغلی آن ها)

معایب فرآیند کارگاهی عبارتند از: کارآیی و راندمان پایین، افزایش هزینه های نیروی انسانی ماهر و چند مهارته، پیچیده تر شدن برنامه ریزی تولید.

نکته۴) مقایسه هزینه یک واحد محصول در فرآیندهای مختلف:

تولید پیوسته یا جریانی< تولید انبوه یا خطوط مونتاژ< دسته ای یا متناوب< کارگاهی، سفارشی یا غیر پیوسته

سیس

مثال)سراسری ۸۴

کدام گزینه از ویژگی های سیستم تولید پیوسته است؟

۱)سری سازی بصورت منقطع ۲)انبوه سازی از یک خانواده از محصول

۳)سری سازی از انواع متنوع محصولات ۴)تولید انبوه از انواع متنوع محصولات

گزینه ۲ صحیح است ⟸ سیستم تولید پیوسته یا جریانی امکان انقطاع یا تنوع محصولات را ندارد.

گزینه ۲ صحیح است ⇐ دو عنصر ۳ و ۴ بصورت سری هستند در نتیجه داریم:

$$R_{3,4} = R_3 R_4$$

حال دو عنصر ۳ و ۴ با عنصر ۲ بصورت موازی هستند داریم:

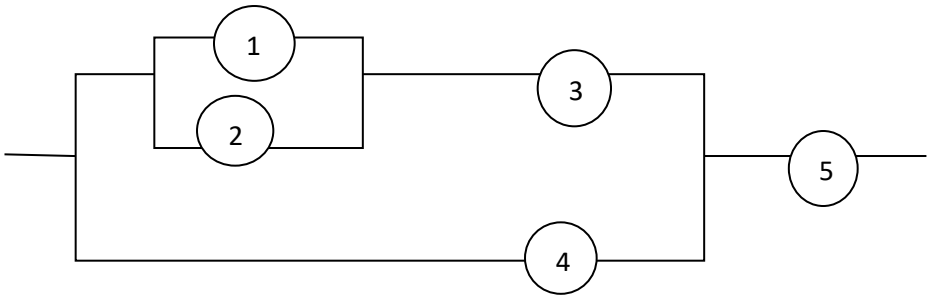
$$R' = 1 - [(1 - R_2)(1 - R_3 R_4)]$$

و چون R' و $R1$ و **R5** صورت سری هستند داریم:

$$R = R_1 R_5 R' = R_1 R_5 [1 - (1 - R_2)(1 - R_3 R_4)]$$

مثال) سراسری ۹۱

با فرض اینکه در سیستم زیر قابلیت اطمینان تک تک عناصر R باشد، قابلیت اطمینان کل کدام است؟



1) $R - 2R^2 - 2R^3 + 2R^4 - R^5$

2) $R^2 + 2R^3 - 3R^4 + R^5$

3) $R^2 + 2R^3$

4) R

گزینه ۲ صحیح است ⇐ دو قطعه ۱ و ۲ بصورت موازی هستند و داریم :

$$R' = 1 - [(1 - R_1)(1 - R_2)] = 2R - R^2$$

R' و قطعه سوم بصورت سری هستند و داریم :

$$R'' = R'.R_3 = (2R - R^2) \times R = 2R^2 - R^3$$

R'' و قطعه چهارم موازی هستند و داریم :

$$R''' = 1 - [(1 - R'')(1 - R4)] = 1 - \left[\left(1 - (2R^2 - R^3)\right)(1 - R)\right] = R^4 - 3R^3 + 2R^2 + R$$

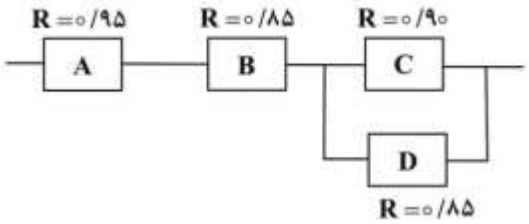
و نهایتا R''' با قطعه ۵ بصورت سری هستند که باید R''' را در R5=R ضرب کرد لذا داریم :

$$R_{کل} = R'''.R = R^5 - 3R^4 + 2R^3 + R^2$$

مثال)سراسری ۹۷

فرض کنید سیستم ترمز اتوموبیلی از چهار جزء بصورت زیر تشکیل شده است.اگر بتوان فقط یکی از این اجزا را توسط یک جزء همسان پشتیبانی کرد،کدام یک انتخاب بهتری است؟(قابلیت اطمینان اجزا با R مشخص می شود)

۱) B ۲) A ۳) D ۴) B یا D



گزینه یک صحیح است⇐جمله توسط یک جزء همسان پشتیبانی شود یعنی هر جزء با جزئی دیگر که دارای همان قابلیت اطمینان است بصورت موازی قرار بگیرند.لذا با بررسی گزینه های مختلف داریم:

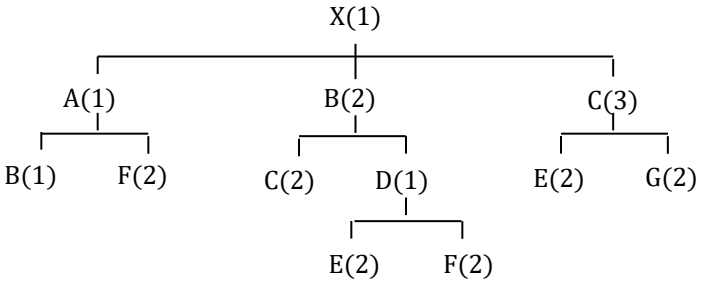
گزینه یک: (.95).(1-(1-.85)(1-.85)).(1-(1-.9)(1-.85)=.91

گزینه دو: (1-(1-.95)(1-.95)).(.85).(1-(1-.9)(1-.85))=.83

گزینه سه: (.95).(.85).(1-(1-.9)(1-.85)(1-.85))=.80

لذا بهترین گزینه که قابلیت اطمینان کل آن بیشتر است گزینه یک است.

۱) ۲۲۰۰ ۲) ۲۴۰۰ ۳) ۲۶۰۰ ۴) ۲۸۰۰



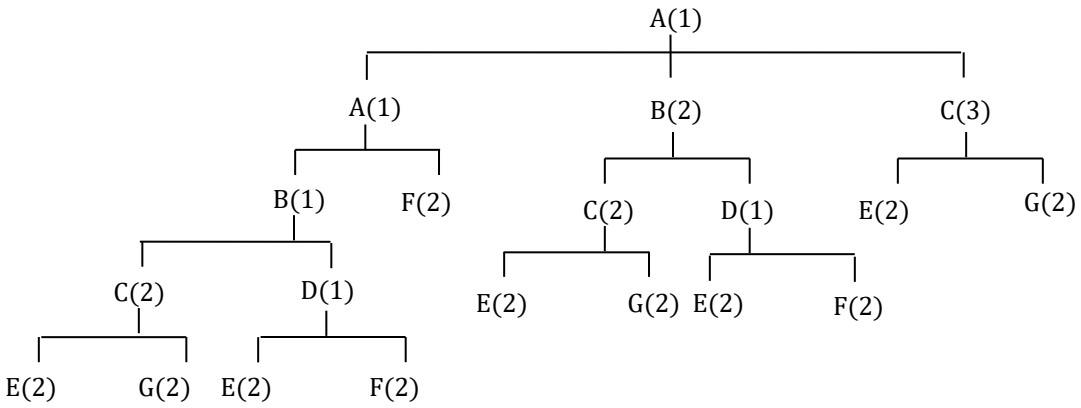
گزینه‌ی ۲ صحیح است ⇐ با توجه به بسط کامل درخت و تعیین شاخه های دارای قطعه E داریم:

$XABCE \Rightarrow 1 \times 1 \times 1 \times 2 \times 2 = 4$ $XABDE \Rightarrow 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2 = 2$

$XBCE \Rightarrow 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 8$ $XBDE \Rightarrow 1 \times 2 \times 1 \times 2 = 4$

$XCE \Rightarrow 1 \times 3 \times 2 = 6$

در صورت نیاز به هر واحد X به $4 + 2 + 8 + 4 + 6 = 24$ واحد E نیازمندیم، لذا در صورت نیاز به ۱۰۰ واحد X به ۲۴۰۰ واحد E نیازمندیم.



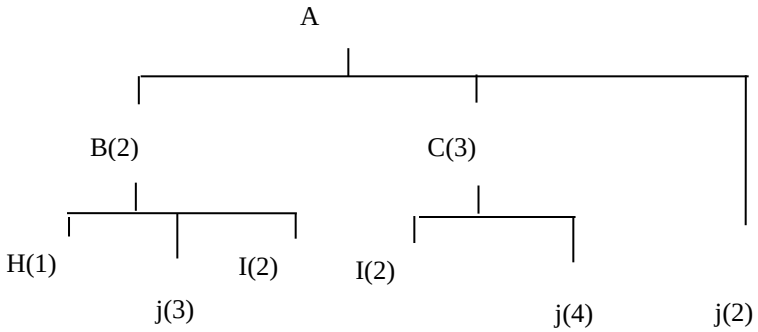
مثال) سراسری ۹۶

با در نظر گرفتن موجودی انبار و درخت مونتاژ زیر اگر تقاضای A برابر با ۶۰ واحد باشد، میزان سفارش j کدام است؟

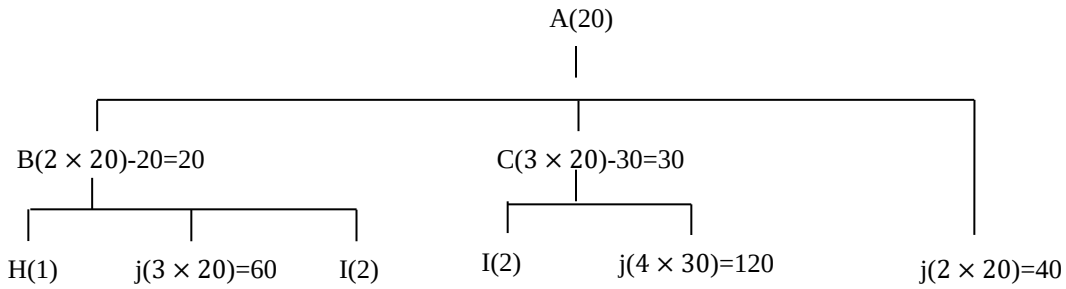
۱) ۱۱۴۰ ۲) ۲۲۰

۳) ۱۵۰ ۴) ۱۷۰

قطعه	موجودی
A	40
B	20
C	30
j	50



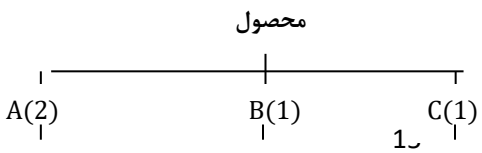
گزینه‌ی ۴ صحیح است ⇐ چون تقاضا برای A، ۶۰ واحد و مقدار موجودی آن ۴۰ واحد است، لذا تنها به ۲۰ واحد از A نیازمندیم.



در کل به $60 + 120 + 40 = 220$ واحد از j نیازمندیم که با وجود ۵۰ واحد از آن، تنها به ۱۷۰ واحد j نیاز داریم.

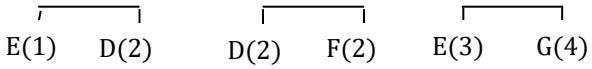
مثال) سراسری ۸۲

نمودار درختی برای محصول بصورت زیر است. اگر تقاضای روزانه محصول ۵۰ واحد باشد و زمان تأخیر سفارش ۳روز بوده، تعداد تقاضا برای G چقدر است؟ (موجودی اولیه G ۱۰۰ واحد است)



۱) ۱۰۰ ۲) ۴۰۰

۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰



گزینه‌ی ۳ صحیح است ⇐ با توجه به تحلیل شاخه ($G \Rightarrow 1 \times 1 \times 4 = 4$ و C و محصول) برای هر واحد محصول به ۴ واحد G و در نتیجه برای ۵۰ واحد محصول به ۲۰۰ واحد G نیاز روزانه داریم و چون زمان تأخیر ۳روز است، لذا در این مدت به

$3 \times 200 = 600$ واحد G نیازمندیم که در صورت وجود ۱۰۰ واحد از آن در انبار، نهایتا به ۵۰۰ واحد از قطعه G نیاز داریم؛

نکته ۲) نقطه حداقل هزینه کل موجودی در جائیست که هزینه ی کل سفارش با هزینه کل نگهداری برابر هستند.

مثال) آزاد ۹۰

یک فروشگاه زنجیره ای موفق شده است هزینه ی نگهداری اقلام خود را به ۲۵٪ هزینه ی نگهداری در دوره قبل کاهش دهد. با این تغییر، مقدار سفارش اقتصادی اقلام در این فروشگاه چه تغییری خواهد نمود؟

۱) $\frac{1}{2}$ برابر ۲) ۲ برابر ۳) ۴ برابر ۴) ۵٪ کاهش

گزینه ۲ صحیح است ⇐

$$EOQ_2 = \sqrt{\frac{2DC_O}{C_{h_2}}} = \sqrt{\frac{2DC_O}{\frac{1}{4}C_{h_1}}} = 2\sqrt{\frac{2DC_O}{C_{h_1}}} = 2EOQ_1$$

مثال) سراسری ۹۰

در یک مدل اندازه اقتصادی سفارش بدون کمبود موجودی، هر ۳ ماه یکبار سفارش داده می شود و هزینه هر بار سفارش ۱۰۰۰۰ واحد پولی است. هزینه ی نگهداری سالیانه موجودی در وضعیت بهینه چقدر است؟

۱) ۱۰۰۰۰ ۲) ۳۰۰۰۰ ۳) ۵۰۰۰۰ ۴) ۴۰۰۰۰

گزینه ۴ صحیح است ⇐ نکته) هر ۳ ماه یکبار سفارش یعنی، تعداد سفارش در سال ۴ بار است.

هزینه سفارش سالیانه = تعداد دفعات سفارش درسال × هزینه هربارسفارش $= n \times C_O = \frac{D}{Q} \times C_O$

$= 4 \times 10000 = 40000$

از آنجائی که در حالت بهینه C_hکل = C_Oکل می باشد، لذا هزینه ی کل نگهداری بهینه نیز همان ۴۰۰۰۰ می باشد.

مثال) سراسری ۹۳

اگر نیاز سالانه یک قطعه برابر ۱۰۰۰۰ واحد باشد، در صورتیکه هزینه هربار سفارش ۱۰۰دلار و هزینه ی نگهداری هر واحد ۱۰٪ از قیمت خرید باشد و هر قطعه ۲۰دلار خریداری شود، تعدا سفارش بهینه چقدر است؟

۱) ۵۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰

گزینه ۳ صحیح است ⇐

$$c_h = \text{P.I} = 20 \times (\%10) = 2$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DC_O}{C_h}} = \sqrt{\frac{2DC_O}{P.I}} = \sqrt{\frac{2 \times 10000 \times 100}{2}} = 1000$$

مثال) سراسری ۹۴

یک کلینیک سالانه به ۲۰۰۰۰ کارتن از یک نوع سرنگ نیاز دارد، در صورتیکه هزینه ی هربار سفارش را ۵۰ دلار و هزینه ی نگهداری هر کارتن در سال را ۲ دلار در نظر بگیریم، محاسبه بهترین و اقتصادی ترین فاصله زمانی بین هر ۲ سفارش (دوره سفارش) چند روز است؟ (هر سال ۳۰۰ روز کاری است)

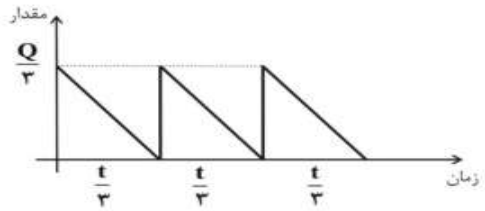
۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

گزینه ۲ صحیح است ⇐ $EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2DC_O}{C_h}} = \sqrt{\frac{2 \times 20000 \times 50}{2}} = 1000$

دوره بهینه سفارش $= t = \frac{\text{روزهای کاری}}{n} = \frac{300}{20} = 15$ تعداد دفعات بهینه سفارش $= n = \frac{D}{Q} = \frac{20000}{10000} = 20$

مثال)سراسری ۹۷

در یک سیستم موجودی،کل تقاضا طی سه نوبت به صورت شکل زیر تهیه می شود.متوسط موجودی در این سیستم کدام است؟



۱) $\frac{Q}{2}$ ۲) $\frac{Q}{3}$

۳) $\frac{Q}{6}$ ۴) $\frac{Q}{12}$

گزینه ۳ صحیح است⇐ اگر $t_1 = \frac{t}{3}$ و $Q_1 = \frac{Q}{3}$ باشند آنگاه متوسط موجودی برابر است با : $\frac{0+Q_1}{2} = \frac{0+\frac{Q}{3}}{2} = = \frac{Q}{6}$

تحلیل حساسیت در مدل اقتصادی سفارش: در این مدل اگر بجای مقدار بهینه Q^*، هر مقدار دیگری مانند Q سفارش داده شود، هزینه ی کل موجودی افزایش می یابد که نسبت افزایش این هزینه بصورت روبرو محاسبه می شود:

$$\frac{T_C}{T_C{}^*} = \frac{1}{2}\left(\frac{Q}{Q^*} + \frac{Q^*}{Q}\right)$$

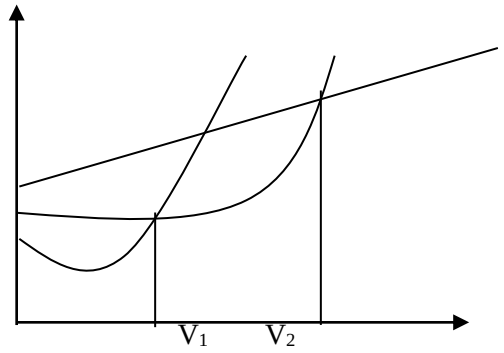
نکته ۱) در استقرار کارگاهی یا فرآیندی ماشین آلات با عملکرد مشابه (ماشین آلات هم خانواده) در یک بخش قرار می گیرند، اما در روش سلولی یا گروهی قطعات دارای روش ساخت مشابه در یک بخش قرار می گیرند.

نکته ۲) سیستم تولید انعطاف پذیر (FMS) دارای ۳ زیر سیستم است : تکنولوژی گروهی یا GT ، سیستم مونتاژ انعطاف پذیر یا FAS و سیستم حمل و نقل اتوماتیک یا AGV .

عوامل موثر در انتخاب طرح استقرار یا لی اوت :

از بین عواملی مانند هزینه و زمان حمل و نقل ، امکانات، تنوع محصول و حجم تولید، ۲ مورد آخر در تعیین نوع لی اوت موثر ترند و داریم

محصولی سلولی فرایندی هزینه



حجم

طبق نمودار فوق در حجم های کمتر از V_1 (حجم کم) از استقرار فرآیندی، کارگاهی یا مونتاژ براساس سفارش استفاده می شود. در حجم های بین V_1 تا V_2 (حجم متوسط) از استقرار سلولی و در حجم های بالاتر از V_2 (حجم زیاد) از استقرار محصولی ، خط مونتاژ یا ساخت برای انبارش استفاده می شود.

مثال) سراسری ۷۵

روش استقرار بر مبنای محصول، مستلزم ماشین الات -------و نیروی انسانی --------- و --------- است.

۱)تک کاره، نیمه ماهر، تولید انبوه و برنامه ثابت ۲) چندکاره، ماهر، تولید سفارشی

۳)تخصصی، با چند مهارت، تولید انبوه ۴) معمولی ، با چند مهارت، تولید انبوه

گزینه ۱ صحیح است ⇐ در این روش استقرار، محصولات دارای استاندارد بالایی هستند، تولید در حجم بالا بوده، تنوع کم است؛ ماشین آلات تک کاره هستند و طرح محصول ثابت و بدون تغییر است.

مثال) سراسری ۷۹

نحوه استقرار ماشین آلات بر کدام اساس تعیین نمی گردد ؟

۱)جریانات فیزیکی و اطلاعاتی تولید ۲) حجم تولید و تکرار تولید

۳)ابعاد و اندازه فضاهای مورد نیاز ۴) ابعاد و اندازه های ماشین و محصول

گزینه ۱ صحیح است ⇐تمام موارد گزینه ۲و ۳ و ۴ در تعیین چیدمان و لی اوت موثر هستند اما جریان اطلاعات مربوطه به نحوه استقرار نخواهد بود.

مثال) سراسری ۷۹

جدول زیر کدام یک از روش های استقرار ماشین آلات را نشان می دهد ؟

حمل	بسته بندی	کارگاه ماشین کاری			ورود مواد
بازرسی	مونتاژ	رنگ	فرز	پرس	انبار مواد

۱)استقرار ترکیبی ۲) استقرار ثابت ۳) استقرار محصولی ۴)استقرار فرآیندی (برحسب عملیات)

گزینه ۴ صحیح است ⇐ در استقرار فرآیندی ماشین آلات مشابه (رنگ، مرز ، پرس) در یک کارگاه (کارگاه ماشین کاری) استقرار می یابند.

مثال) سراسری ۸۰

کدام یک از عبارات زیر در مورد طرح استقرار صحیح تر است ؟

۱)هزینه ثابت در استقرار محصولی خیلی بالا و هزینه متغیر خیلی پایین است.

۲)نیروی انسانی لازم در طرح استقرار محصولی متخصص (تک محصولی) است.

۳)تجهیزات مورد استفاده در استقرار بر مبنای فرآیند عمومی و برای عملیات مشابه است.

۴)طرح محصول در استقرار بر مبنای محصول محدود بوده و در طول زمان ثابت است.

گزینه ۴ صحیح است ⇐ هزینه متغیر در استقرار محصولی نسبتاً کم است،نه خیلی پایین (رد گزینه ۱) ماشین آلات در طرح فرایندی تخصصی و تک منظوره نیستند و باید طوری باشند که برای عملیات متنوع قابل استفاده باشند. (رد گزینه ۳) ، نیروی انسانی لازم در لی اوت محصولی نیز غیرماهر و با مهارت کم هستند (رد گزینه ۲)

مثال) سراسری ۸۰

هدف اصلی از توازن خط تولید، حداقل نمودن ------- است .

۱)ایستگاه های کاری ۲) هزینه های حمل ونقل

۳) کالای در جریان ساخت ۴) زمان بیکاری فرآیند تولید

گزینه ۴ صحیح است ⇐ توازن، تعادل و بالانس خط تولید در استقرار محصولی(خط مونتاژ یا خط مستقیم) کاربرد دارد که هدف آن حداقل سازی زمان بیکاری فرآیند تولید است.

مثال) سراسری ۸۳

در طراحی استقرار بر مبنای فرآیند، مسیر جریان تولید چه مشخصه هایی دراد؟

۱)در طراحی استقرار بر مبنای فرایند مسیر جریان تولید مطرح نمی شود.

۲)واحدهای تولیدی مسیری مشابه را با ترتیبی ثابت از عملیات طی می کنند.

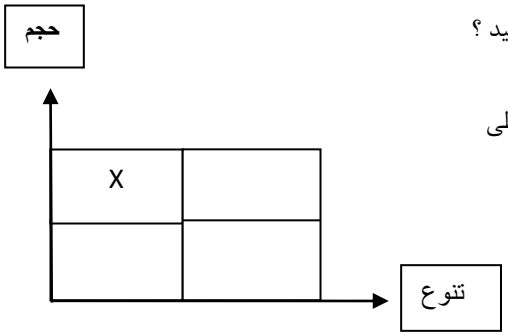
۳)واحدهای کار در محل کاری مستقر شده و کلیه منابع و امکانات به محل آورده می شوند.

۴)سفارش های متفاوت نیازمند مسیرهای تولید متفاوت با جریان های تولید متفاوت می باشند.

گزینه ۴ صحیح است ⇐گزنه ۲ و ۳به ترتیب نشان دهنده استقرار محصولی و ثابت هستند اما در استقرار فرآیندی یا کارگاهی ماشین آلات مشابه(فرز، پرس و ...) در یک کارگاه قرار می گیرند و سپس سفارش های متفاوت، مسیرهای متفاوتی را طی می کنند.

مثال) آزاد۸۳

در نمودار زیر در قسمت علامت زده شده چه نوع طرح استقراری را پیشنهاد می کنید ؟



۱)ثابت ۲) سفارشی ۳) کارگاهی ۴) خطی

منحنی یادگیری : این تئوری بیان می کند که زمان مونتاژ هر محصول در مدتی که تعداد تولید دو برابر شود با درصد ثابت b کاهش می یابند یعنی:

$T_{2n}=L.T_n \Rightarrow L=\frac{T_{2n}}{T_n}$

$T_n = T_1.n^{-b}$ و $b=\frac{-\log L}{\log 2}$

$L=$ ضریب یادگیری و $T_1=$ زمان ساخت اولین واحد و $T_n=$ زمان ساخت n امین واحد

نکته)هرچه ضریب یادگیری (L) کمتر باشد، سرعت یادگیری بیشتر است و محصولات بعدی با زمان کمتری مونتاژ می شوند و اگر L=100% باشد هیچگونه یادگیری صورت نخواهد گرفت. یعنی سرعت تولید تمامی محصولات یکسان و بدون کاهش خواهند بود.

مقادیرb برای یادگیری نرخ های مختلف یادگیری در جدول ارائه شده است :

مقدارb	نرخ یادگیری
۰,۵۱۵	٪۷۰
۰,۴۱۵	٪۷۵
۰,۳۲۲	٪۸۰
۰,۲۳۴	٪۸۵
۰,۱۵۲	٪۹۰

نکته)نسبت زمانی ساخت محصول 2n ام به محصول n ام ثابت و برابر با نرخ یادگیری است. اما میزان کاهش زمان ساخت این محصولا به ازای n های مختلف ، متفاوت است.

$\frac{T2_n}{T_n}=\frac{T_{10}}{5}=\frac{T_8}{T_4}=L$ و $T_{10}-T_5 \neq T_8-T_4$

مثال) سراسری ۹۶

فردی با نرخ یادگیری ٪۸۰ ، کاری را در دفعه چهارم طی ۵۷,۶ ثانیه انجام می دهد، زمان انجام کار وی در دفعه اول توسط این فرد چقدر بوده است ؟

۱) ۴۶,۸ ۲) ۷۲ ۳) ۹۰ ۴) ۱۰۰

گزینه ۳ صحیح است ⇐

$\frac{T_4}{T_2}=0.8 \Rightarrow \frac{57.6}{T_2}=0.8 \Rightarrow T_2=72$ $\frac{T_2}{T_1}=0.8 \Rightarrow \frac{72}{T_1}=0.8 \Rightarrow T_1=90$

مثال) سراسری ۹۱

زمان ساخت قطعه هشتم، سیزدهم و شانزدهم و بیستم به شرح جدول زیر است. ضریب یادگیری چند درصد است؟

۱) ۹۰ ۲) ۸۵

۳) ۷۵ ۴) ۷۰

قطعه	
هشتم	۲۷,۶۳
سیزدهم	۲۴,۶۶
شانزدهم	۲۳,۴۹
بیستم	۲۲,۲۷

گزینه ۲ صحیح است ⇐

$$L = \frac{T_{2n}}{Tn} = \frac{T_{16}}{T_8} = \frac{23.49}{27.63} = 0.85 = \%85$$

مثال) سراسری ۹۰

اطلاعات زیر از زمان سنجی فعالیت مونتاژ ۱۳ اپراتور A,B,C حاصل شده است. کدام یک ضریب یادگیری کمتری دارد؟

۱) A ۲) B ۳) A,B ۴) C

تعداد دفعات تکراری	زمان مونتاژ اپراتور		
	A	B	C
۲	8	9	7
۳	7.0 2	8.64	5.68
۴	6.4	8.1	4.9

گزینه ۴ صحیح است ⇐

$$A\text{ ضریب یادگیری} = \frac{T_4}{T_2} = \frac{6.4}{8} = 0.8 \qquad B\text{ ضریب یادگیری} = \frac{8.1}{9} = 0.9 \qquad C\text{ ضریب یادگیری} = \frac{4.9}{7} = 0.7$$

مثال) سراسری ۹۰

مطابق با منحنی یادگیری ------- کاهش زمان ساخت هشتمین قطعه به چهارمین قطعه ----- کاهش زمان ساخت چهارمین قطعه به دومین قطعه است.

۱)میزان – بیشتر از میزان ۲) میزان – کمتر از میزان

کارآیی یا راندمان هر دستگاه :

$$E = 1 - \frac{DT + ST}{D} = \frac{H}{D}$$

DT : زمان از کار افتادگی ST : زمان راه اندازی H : زمان فعال دستگاه

نکته) در فرمول کارآیی یا راندمان باید شاخص زمانی برای تمام متغیرها یکسان باشد.

مثال)سراسری ۹۷

در صورتیکه مجموع زمانهای پردازش فعالیتها برای تولید یک واحد محصول ۲۱ دقیقه،تقاضای روزانه آن ۱۸۰ واحد، نرخ تولید محصولات معیوب ۱۰٪ درصد و زمان در دسترس روزانه ۵۰۰ دقیقه باشد، در صورتی که بخواهیم با حداکثر کارایی خط را بالانس کنیم حداقل به چند ایستگاه کاری نیاز است؟

۱) ۸ ۲) ۸,۴ ۳) ۹ ۴) ۷,۵۸

گزینه ۳ صحیح است ⇐ وقتی که نرخ ضایعات تولید داده می شود باید تعداد بیشتری تولید کنیم تا اینکه ۱۸۰ واحد محصول سالم داشته باشیم و تقاضا پوشش داده شود. این تعداد از رابطه روبرو محاسبه می شود:

$$P = \frac{P_g}{1-\alpha} = \frac{180}{1-10\%} = \frac{180}{0.9}$$

$$N = \frac{T * P}{60 * D * E} \Rightarrow \left(E = 1 \text{ حداکثر کارایی یعنی}\right) \Rightarrow N = \frac{21 * \frac{180}{0.9}}{500 \text{ دقیقه} * 1} = 8.4 \Rightarrow 9$$

مثال) سراسری ۸۸

در یک کارگاه صنعتی تقاضا برای قطعه ای ۹۵۰ واحد است، اگر درصد خروجی معیوب ۵ ، کارآیی ۹۰ ٪ و زمان استاندارد برای تولید هر واحد قطعه ۰,۲ ساعت باشد ، تعداد ماشین آلات مورد نیاز در یک شیفت هشت ساعته تقریباً چند واحد است ؟

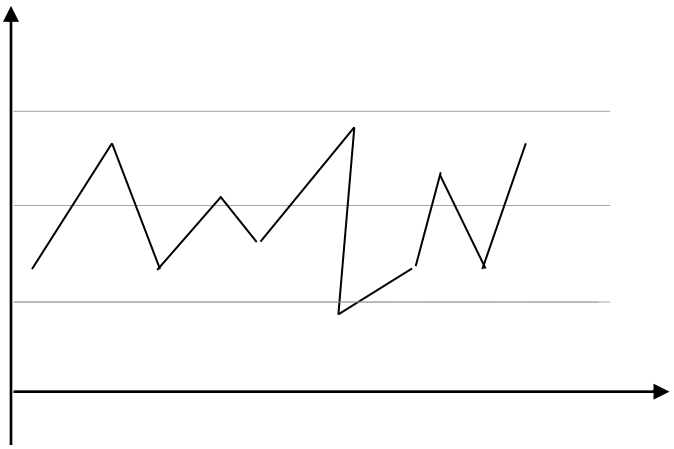
۱) ۲۵ ۲) ۲۸ ۳) ۲۹ ۴) ۳۰

گزینه ۲ صحیح است ⇐

$$P = \frac{P_g}{1-\alpha} = \frac{950}{1-5\%} = 1000$$

$$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E} = \frac{(0.2 \times 6) \times 1000}{60 \times 8 \times 0.9} = 27.8 \cong 28$$

(UCL) و حد کنترل پایین (LCL) نیز وجود دارند که حدود کنترل سه انحراف معیار نامیده می‌شوند. اگر فرآیند تحت کنترل باشد همه‌ی داده‌هایی که به عنوان نمونه انتخاب شده‌اند بین این حدود قرار می‌گیرند وگرنه فرآیند را خارج از کنترل می‌نامند.



$$UCL = \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$CL = \mu \quad \rightarrow \quad \mu = \overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$LCL = \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

نمودارهای کنترل برای مشخصه‌های وصفی و کیفی: در این حالت قطعات و محصولات بازرسی شده از نظر مشخصات فقط در دو دسته سالم یا ناسالم، تطابق یا عدم تطابق و ... قرار می‌گیرند و بیان آن ها در قالب یک اندازه عددی موضوعیت ندارد. نمودارهای کنترل برای مشخصه‌های کیفی و وصفی عبارتند از نمودارهای P، nP، c و u .

نمودار کنترل نسبت یا درصد اقلام معیوب و ناسالم – نمودار p : نسبت اقلام معیوب و ناسالم برابر است با تعداد اقلام معیوب جامعه تقسیم بر تعداد کل اقلام جامعه. اصول این نمودار بر توزیع دوجمله‌ای استوار است. خط مرکزی و حدود کنترل در این نمودار عبارتند از:

$$cL = P \qquad \mathrm{UCL} = \mathrm{P} + 3\sqrt{\frac{\mathrm{P}(1-\mathrm{P})}{\mathrm{n}}} \qquad LCL = P - 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

اگر P معلوم نباشد طبق رابطه روبرو محاسبه می‌شود و سپس حدود کنترل را طبق بالا محاسبه خواهد شد؛

$$\text{نسبت اقلام معیوب و ناسالم} = P = \frac{\text{مجموع کل معیوبی نمونه‌ها}}{\text{مجموع کل تعداد نمونه‌ها}}$$

نکته ۱) مقدار n در فرمول‌های LCL و UCL **مربوط به نمودار P** برابر است با حجم یک نمونه (نه مجموع کل نمونه‌ها).

نکته ۲) اگر مقدار LCL منفی شود، آن را صفر در نظر می‌گیریم.

مثال) سراسری ۷۵

در کنترل کیفی، متغیرها عبارتند از ..... و بصورت ..... ارائه می‌شوند.

۱)قابل اندازه‌گیری- رد یا قبول ۲) قابل اندازه‌گیری- رواداری مجاز

۳) غیر قابل اندازه‌گیری- رد یا قبول ۴)غیرقابل اندازه‌گیری- رواداری مجاز

گزینه ۳ صحیح است ⇐ در نمودارهای وصفی و کیفی (P، nP، c و u) متغیرها غیرقابل ارائه بصورت اعداد و ارقام هستند و تنها بصورت دوحالته (سالم یا ناسالم/ رد یا قبول) بیان می‌شوند.

مثال) سراسری ۷۷

نمودارهای کنترل کیفیت، ابزاری برای شناسایی ..... کیفیت هستند.

۱)تغییرات بی دلیل ۲) تغییرات غیرقابل کنترل ۳) علل تصادفی تغییر ۴)علل غیرتصادفی تغییر

گزینه ۴ صحیح است ⇐ علل غیرتصادفی، همان علل عام، با دلیل، قابل کنترل، غیرقابل اجتناب و اکتسابی هستند که از لحاظ اقتصادی جهت کاهش یا حذف بصرفه می‌باشند.

مثال) سراسری ۸۰

فرض کنید می‌خواهیم در فرآیند کنترل لامپ‌های تولید شده از نمودار مناسب کنترل کیفی استفاده کنیم. کدام نمودار بکار گرفته می‌شود؟

۱) C ۲) P ۳) R ۴) $\overline{X}$

گزینه ۲ صحیح است ⇐ چون لامپ‌های تولید شده یا سالم هستند یا ناسالم (دو حالته)، و اینگونه مسائل از توزیع دوجمله‌ای استفاده می‌کنند لذا نمودار P برای این مورد مناسب است.

نکته) از نمودار Cبرای کنترل **تعداد نقص یا عیب** (نه معیوبی و ناقصی) **در حجم نمونه ثابت** استفاده می‌شود که دارای توزیع پواسن می‌باشد.

مثال) آزاد ۸۳

اگر اقلام ما به دو گروه قابل قبول و یا غیرقابل قبول تقسیم شود برای کنترل فرآیند کدام روش را می‌توان استفاده نمود؟

۱)نمودار $\overline{X}$ ۲) نمودار u ۳) نمودار P ۴) نمودار nP

گزینه ۳ صحیح است ⇐ اگر محصولات به دو گروه مطلوب و نامطلوب تقسیم شوند برای کنترل آنها از نمودار P استفاده می‌شود.

گزینه ۲ صحیح است ⇐ منظور از بطور متوسط، مقدار میانگین توزیع خرابی‌ها می‌باشد:

$$\mu = E(x) = \int_0^6 t.f(t)dt = \int_0^2 \frac{1}{6}tdt + \int_2^6 \frac{t}{24}.t.dt =$$

$$\frac{t^2}{12}\Big|_0^2 + \frac{t^3}{72}\Big|_2^6 = \left(\frac{4}{12} - 0\right) + \left(\frac{216}{72} - \frac{8}{72}\right) = \frac{233}{72} = 3/22$$

مثال) سراسری ۸۷

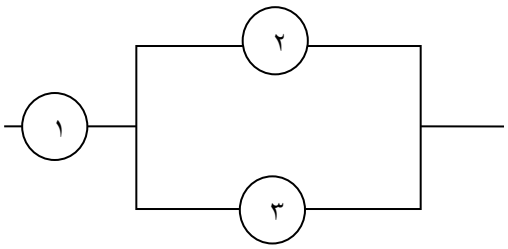
یک کارگاه دارای ۱۰ماشین فعال می‌باشد که متوسط قابلیت اطمینان آنها ۰/۸۰ است.درحالتی متوسط فاصله زمانی بین خرابی‌ها بیشتر می‌شود که از ماشین‌های ..... بصورت ..... استفاده شود؟

۱)مشابه - موازی ۲)مشابه - سری ۳)متفاوت – موازی ۴)متفاوت - سری

گزینه ۱ صحیح است ⇐ MTBF زمانی که بیشتر می‌شود قابلیت اطمینان نیز بیشتر می‌شود و قابلیت اطمینان زمانی بیشتر میشود که عناصر به صورت مشابه و موازی باشند (با توجه به فصل سوم)

مثال) سراسری ۸۷

در سیستم زیر اگر تابع قابلیت اطمینان جزء iام برابر باشد با $R_i(t) = e^{-it}$، عمر متوسط سیستم چقدر است؟



۱)۰ ۲) $\frac{5}{12}$ ۳) $\frac{1}{6}$ ۴)۱

گزینه ۲ صحیح است ⇐

$R_1(t) = e^{-t}$ و $R_2(t) = e^{-2t}$ و $R_3(t) = e^{-3t}$

قابلیت اطمینان کل سیستم (بر اساس مباحث فصل سوم) برابر است با:

$$R = R_1 \times [1 - (1 - R_2)(1 - R_3)] = e^{-t}[1 - (1 - e^{-2t})(1 - e^{-3t})]$$

$$= e^{-t}[e^{-2t} + e^{-3t} - e^{-5t}] = e^{-3t} + e^{-4t} - e^{-6t}$$

چون انتگرال تابع چگالی عمر، تابع قابلیت اطمینان را می‌دهد $(R(t) = \int f(t)dt)$ لذا مشتق $R(t)$ نیز تابع چگالی عمر را می‌دهد:

$$f(t) = R'(t) = -3e^{-3t} - 4e^{-4t} + 6e^{-6t}$$

برای محاسبه عمر متوسط، از امید ریاضی یا میانگین استفاده می‌کنیم.

$$E(t) = \int_0^{\infty} t\,.f(t)dt = \int_0^{\infty} t(-3e^{-3t} - 4e^{-4t} + 6e^{-6t})\,.dt$$

$$= \left(t.e^{-3t} + t.e^{-3t} - t.e^{-6t} - \frac{e^{-3t}}{3} - \frac{e^{-4t}}{4} + \frac{e^{-6t}}{6}\right) \Big|_0^{\infty} = \frac{5}{12}$$

مثال) سراسری ۸۸

تابع توزیع عمر یک ماشین تقریبا از تابع توزیع نمایی با متوسط عمر ۳۰۰ ساعت تبعیت می‌کند. این ماشین پس از آخرین تعمیر تا به حال ۸۰ساعت بدون اشکال کار کرده است. سرعتی آنی (لحظه‌ای) خرابی ماشین کدام است؟

۱) $\frac{1}{300}$ ۲) $\frac{1}{200}$ ۳) ۲۰۰ ۴) ۳۰۰

گزینه ۱ صحیح است ⇐ اگر تابع توزیع نمایی باشد، سرعت آنی یا لحظه‌ای در ساعات مختلف یکسان و برابر با میانگین تابع توزیع $(\frac{1}{\lambda})$ است.

در این مثال تعداد ورود در واحد زمان بطور متوسط $\lambda = 300$ ساعت است که سرعت لحظه‌ای خرابی آن $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{300}$ در ساعت خواهد بود.

مثال) سراسری ۸۸

توزیع خرابی قطعه‌ای از یک خودرو بصورت تابع زیر است. طول عمر متوسط این قطعه چندسال است؟

$$f(t) = \begin{cases} t & 0 \le t \le 1 \\ 2 - t & 1 \le t \le 2 \\ 0 & \text{سایر مقادیر} \end{cases}$$

۱)یک سال ۲)یک سال و نیم ۳)یک سال و هشت ماه ۴)دوسال و دو ماه

گزینه ۱ صحیح است ⇐ با محاسبه مقدار امید ریاضی تابع $f(t)$ خواهیم داشت:

$$\mu = \text{عمر متوسط} = E(t) = \int_0^1 t.(t)dt + \int_1^2 t.(2-t)dt + \int_2^{\infty} t.(0)dt$$

$$= \frac{t^3}{3}\Big|_0^1 + \left(t^2 - \frac{t^3}{3}\right)\Big|_1^2 + K\Big|_2^\infty = \left(\frac{1}{3} - 0\right) + \left[\left(4 - \frac{8}{3}\right) - \left(1 - \frac{1}{3}\right)\right] + (K - K) = 1$$

منابع :

- مدیت تولید و عملیات، مدرسان شریف
- مدیریت تولید و عملیات، تالیف دکتر هایده متقی
- مفاهیم اساسی مدیریت تولید و عملیات؛ تالیف دکتر احمد جعفر نژاد و محمد فاریابی باسمنج
- مدیریت تولید و عملیات نوین، تالیف دکتر احمد جعفرنژاد