بخش ۱

تعریف مهندسی :

حرفه علوم ریاضی و تجربی ،بکارگیری اقتصاد و نیروی کار است .

مهندسی صنایع : طراحی ← نصب و راه اندازی و بهبود سیستم های یکپارچه (متشکل از انسان ،مواد ،ماشین آلات ،اطلاعات و . . .) با استفاده از دانش و مهارت علوم ریاضی و تجربی و اجتماعی جهت ارزیابی سیستم ها (با دیدگاه مهندسی) .

هدف : بهبود کارایی سیستم

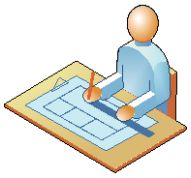
۱- آدام اسمیت : اوایل قرن ۱۸ ←مبتکر تقسیم کار ،تخصصی کار کردن .
۲- توماس جفرسون : اواخر قرن ۱۸ ← قسمت های قابل تعویض کارخانه (نت)
۳- تیلور(Frederick W.Taylor) : قرن ۱۹ ←پایه گذاری زمان سنجی (مدیریت علمی)
۴- فرانک و لیلیان گیلبرت (Gilbreth) : قرن ۱۹ ← مطالعه حرکات (ارگونومی و فاکتورهای انسانی)
۵- گانت : قرن ۱۹ ←توسعه تفکر مدیریتی .

۱- توسعه دانش برای هر جزء از کار .
۲- انتخاب بهترین کارگر برای هر کار ←آموزش آن
۳- مشارکت قلبی بین کارکنان و مدیریت
۴- تقسیم کار بطور مساوی بین کارکنان و مدیریت .

اصول مدیریت علمی تیلور

اولویت های کاری مهندسی صنایع :

اولویت اول :



۱- طراحی و استقرار تجهیزات
۲- مهندسی روشها
۳- مهندسی تولید
۴- کنترل سیستمها
۵- تجزیه و تحلیل سیستم ها
۶- تجزیه و تحلیل اقتصادی
۷- تحقیق در عملیات
۸- اندازه گیری کار
۹- تضمین کیفیت

اولویت دوم :

۱- مدیریت پروژه
۲- کنترل هزینه
۳- کنترل موجودی
۴- صرفه جویی انرژی

۵- کنترل تولید
۶- برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

اولویت سوم :

۱- برنامه ریزی سود
۲- سیستم نوزیع SCM
۳- مشاوره به تامین کنندگان SRM
۴- مدیریت ممیزی و عملیات
۵- برنامه های ایمنی
۶- آموزش حین کار کارگر OJT

اهداف بکارگیری مطالعه روش زمان سنجی :

۱- کمینه کردن زمان لازم برای انجام کار
۲- صرفه جویی در منابع و کاهش هزینه
۳- تولید با در نظر گرفتن حداقل مصرف انرژی (مصرف بهینه انرژی)
۴- فراهم کردن شرایط مناسب جهت افزایش کیفیت محصول
۵- بیشینه سازی ایمنی و سلامت کارگران .

بخش ۲

علت پرداختن به بهره وری : محدودیت منابع طبیعی ، افزایش بهره وری به معنی افزایش بازده ساعت کار صرف شده و یا زمان صرف شده میباشد

معنای لغوی بهره وری:

Productivity: در لغت به معنی قدرت تولید یا مولد تولید و یا زمینی که استعداد زراعت دارد و بـذر در آن رشـد و نمو می کند.

در اصطلاح بهره بری : کامیاب ،راندمان ،کارایی (در فرهنگ معین) می باشد .

تعاریف دیگر بهره وری :

۱-دکتر ماندل : نسبت میان بازده ی تولید شده به واحد منابع مصرف شده تقسیم بر نسبت مشابه بر سال پایه .

۲-دکتر Davis : تغییر بدست آمده در شکل محصول در ازای منابع مصرف شده .

۳-سازمان همکاری اقتصادی اروپا (OEEC) : حاصل تقسیم خروجی بر یکی از عوامل تولید .

۴-سازمان جهانی کار(ILO) : نسبت تولید بر یکی از عوامل زمین ،سرمایه و کار .

۵-آژانس بهره وری اروپا(EPA) : درجه استفاده ی موثر از هر یک از عوامل تولید .

۶-مرکز بهره وری ژاپن (JPC) : به حداکثر رسانین استفاده از منابع ،نیروی انسانی ،تسهیلات و . . . به طریـق علمـی برای افزایش بهبود معیارهای زندگی آنگونه که به سود کارگر ،مدیریت و همه ی مصرف کنندگان باشد.

نکته: بسیاری به اشتباه تصور می کنند که تولید بیشتر همان بهره وری بالاتر است حال آنکه این نتیجـه گیـری لـزوم صحیح نیست . به عبارت دیگر اگر همزمان با افزایش تولید ،نسبت افزایشـهای ورودی هـای مصـرفی معـادل و برابـر نسبت افزایش تولید باشد . بهره وری ثابت مانده و افزایش نیافته است .

مثال) یک شرکت تولیدکننده ی قطعات خودرو با ۵۰ پرسنل ،۱۰۰۰۰ قطعه در ماه تولید می کند . ۱ ماه معادل ۲۵ روز کاری و هر روز معادل ۸ ساعت کاری می باشد . اگر این شرکت با استخدام ۱۰ نفر جدید تولید خود را به ۱۲۰۰۰ قطعه افزایش دهد با همان ساعت کاری ،افزایش بهره وری و افزایش تولید چقدر است ؟

افزایش تولید $\frac{12000}{10000} = \%20$

$\frac{10000}{50 \times 25 \times 8} = 1$

افزایش بهره وری $\frac{1}{1} = 1$

$\frac{12000}{60 \times 25 \times 8} = 1$

مولفه های اصلی بهره وری :

۱-کارایی (Efficiency) : نسبت بازده واقعی بدست آمده به بازده ی استاندارد و تعیین شده (مورد انتظار)

برای مثال اگر نسبت بازدهی ۱۲۰ قطعه در ساعت باشد و میزان بازده تعیین شده پس از بررسی ۱۸۰ قطعه در ساعت تعیین شده باشد کارایی $\frac{120}{180}=\frac{2}{3}$ است .

۲-اثربخشی(Effectiveness) : درجه و میزان نیل به اهداف تعیین شده و به عبارت دیگر اثر بخشی نشان می دهد که با چه میزان تلاش انجام شده ،نتایج مورد انتظار حاصل شده .

نکته:کارایی به نحوه ی بهرگیری از منابع توجه دارد در حالی که اثربخشی به شیوه ی عملکرد و رسیدن به اهداف توجه دارد .

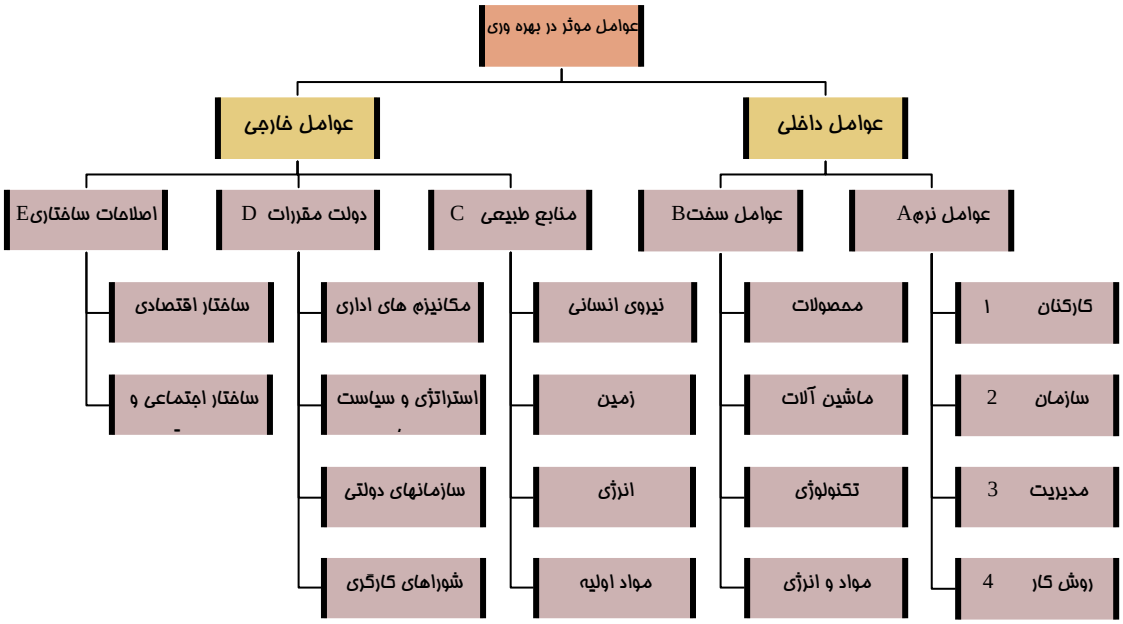
درصد ضایعات کم یا زیاد = کارایی	***	درصد تحقق بودجه = اثربخشی

بهره وری = کارایی(روش درست) + اثربخشی (انجام کار درست)

رابطه بهره وری و سود دهی :

بهره وری و سود دهی با هم مترادف نیستند ولی با یکدیگر آمیختگی دارند . با سوددهی بالاتر حتما نمی توان گفت بهره وری افزایش یافته گرچه انتظار می رود در صورتی که بهره وری بالا رود ،سوددهی بالا رود ،لیکن در همه موارد اینگونه نیست .

ردیف	سوددهی	بهره وری	آنچه اتفاق می افتد	آنچه باید انجام داد
۱	بالا	بالا	وضعیت مالی پایدار	حفظ یا فزایش بهره وری
۲	بالا	پایین	در بلند مدت بهره وری پایین و سوددهی از بین می رود	بهبود بهره وری
۳	پایین	بالا	شرکت به زودی به زیان می رسد	حفظ یا افزایش بهره وری و تحقیقات بازار
۴	پایین	پایین	تعطیلی ،ورشکستگی	بهبود بهره وری و تحقیقات بازار



الف)A-

۱- در صورت داشتن کارکنان با وجدان و دلسوزی بالا بهره وری افزایش می یابد .

۲- وجود تعویض اختیار و تقسیم کار و وحدت فرماندهی .

۳- برنامه ریزی صحیح ،دستورالعمل های مبهم و هماهنگی ضعیف توسط توسط مدیریت .

۴- بهبود روش انجام کار ،بهبود حرکات افراد ،محل استقرار ماشین آلات و جابه جایی محصولات .

الف)B-

۱- ارزش استفاده با طراحی مشخصات بهتر محصولات می تواند بهبود یابد . (ارزش استفاده : مقدار پولی که مصرف کننده بابت یک محصول با کیفیت مشخص پرداخت می کند .

۲- با استفاده از راههایی نظیر تعمیر و نگهداری مناسب . افزایش ظرفیت تولید و با حذف گلوگاهها و . . .

۳- بهبود سیستمهای حمل و نقل مواد ،انبارداری ،کنترل کیفیت و . . .از طریق اتوماسیون .

۴- استفاده از مواد ارزانتر ،جانشین کردن مواد وارداتی ،استفاده و کنترل از ضایعات دورریز ،توسعه منابع تامین مصرف بهینه ی انرژی و جلوگیری از ذخیره بیش از حد مواد .

ب)C-

۱- کشورهایی مثل ژاپن و سویس با کمبود انرژی و زمین و منابع معدنی روبرو هستند ،دریافتند که مهمترین منابع رشد سازمان عبارتند از ،نیروی انسانی ،مهارتها ،سطح تحصیلات ،تجربه ها و انگیزه ی آنها .

۲- احتیاط و دقت لازم در چگونگی بهره برداری از زمین باعث می شود از فرسایش و نابودی تدریجی آن در روند توسعه ای صنعتی و کشاورزی جلوگیری شود .

۳- افزایش قیمت انرژی باعث کاهش بهره وری و کاهش رشد اقتصادی در کشورهای صنعتی شده است .

۴- برای استخراج منابع کم ارزش تر در وضعیتهای مشکل تر نیاز به استفاده بیشتر از سرمایه از نیروی انسانی موجود دارد که موجب کاهش بهره وری می گردد .

انواع بهره وری :

۱- بهره وری جزئی: نسبت خروجی به یکی از ورودی ها

۲- بهره وری چندعاملی (عوامل کلی کار و سرمایه) نسبت خروجی یا محصول خالص به مجموعه عوامل ورودی کار و سرمایه است .

۳- بهره وری کلی : نسبت کل ارزش محصولات تولید شده به مجموعه ارزش کلیه نمادهای مصرف شده .

مثال) در یک شرکت تولید کننده مواد غذایی داده های آن عبارت است از ورودی ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال ،ورودی نیروی انسانی ۳۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال ،ورودی سرمایه ۳۰۰۰۰۰۰۰۰ ،ورودی انرژی ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ ،ورودی مواد اولیه ۲۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال و سایر هزینه ها روزی ۵۰۰ میلیون .

$$\text{بهره وری نیروی انسانی} = \frac{10\times10^9}{3\times10^9} = 3.33$$

$$\text{بهره وری مواد اولیه} = \frac{10\times10^9}{2\times10^9} = 5$$

$$\text{بهره وری سرمایه} = \frac{10\times10^9}{3\times10^9} = 3.33$$

$$\text{بهره وری انرژی} = \frac{10\times10^9}{1\times10^9} = 10$$

$$\text{بهره وری سایر مخارج} = \frac{10\times10^9}{0.5\times10^9} = 20$$

$$\text{بهره وری عوامل کلی} = \frac{[10-(3+2+1+0.5)]\times10^9}{[3+3]\times10^9} = 0.583$$

$$\text{بهره وری کلی} = \frac{10\times10^9}{(3+2+1+0.5)\times10^9} = 1.053$$

تجزیه و تحلیل بهره وری :

۱) اصل اشتغال : هنگامی که کار را انجام می دهیم ،پیوسته پیوسته به آن مشغول باشیم ،اشتغال کار در همه ی اوقات بدون اتلاف وقت و منابع یا هدر رفتن کارگران و ماشین ها .

۲) اصل اثربخشی : انتخاب و انجام کار در جهت اهداف صحیح ،اصل اثربخشی با پیاده کردن سه مورد ذیل می تواند تحقق یابد :

الف) حذف آن چه که هیچ کس نباید انجام دهد .

ب)تفویض آنچه باید انجام شود اما نه به وسیله ی خود شما

ج) برنامه ریزی از تمام ابعاد موجب اثربخشی کامل می شود .

۳) اصل کارایی : به کار بردن اعمالی است که برای انجام کار ضروری باشد نه بیشتر و نه کمتر و این زمانی محقق می شود که :

الف) کار با حداقل منابع انجام شود .

ب) برای هر مقدار از منابع مصرف شده حداکثر نتیجه حاصل شود .

شش کار برای بهبود بهره وری :

۱- بهبود فرایندهای اصلی به وسیله R&D (تحقیق و توسعه)
۲- فراهم کردن ابزارهای فیزیکی بیشتر ،بهبود یافته برای تحریک کارکنان .
۳- استانداردسازی محصولات = ساده سازی و بهبود محصولات
۴- بهبود روشهای عملیات
۵- بهبود برنامه ریزی و کنترل تولید
۶- بهبود کارایی نیروی انسانی در تمام سطوح

بخش ۳ *** مطالعه کار

نوع روش	نوع توسعه	مفهوم و مقدمات	هزینه	نمایان شدن اثر	میزان بهبود در بهره وری
سرمایه گذاری جدید	۱–تغییر بنیادین در روش	تحقیقات اساسی تر بکارگیری روشهای اساسی خرید تکنولوژی و تجهیزات جدید	بالا	بیش از یکسال	حد مشخص ندارد
	۲–مدرنیزه کردن ماشین آلات و دستگاهها		بالا	پس از نصب ماشین آلات	حد مشخص ندارد
استفاده موثر از امکانات در دسترس	۳– کاهش محتوای کار	تحقیقات در نوع محصول توسعه در طراحی محصول بهبود روشهای تولید	متوسط	بیش از یکسال	محدود ولی در سطح بالا
	۴– تقلیل در زمان کار بوسیله بهتر کردن روش عملیات	تحقیق در عملیات بهبود روشهای تولید آموزش کارگران	پایین	فوری	نسبتا در سطح بالا
	۵– کاهش در زمانهای غیر موثر	اندازه گیری کار و مطالعه روش تغییر در نوع محصول کنترل تولید و موجودی برنامه ریزی تولید و کنترل مواد	پایین	فوری	محدود در سطح بالا

تعیین روش کار :

۱– ساده کردن روش تولید در مرحله طراحی محصول

۲– بهبود در طرح استقرار ماشین آلات و ساده کردن عملیات تولیدی

۳– توسعه در طرح برای تولید آسانتر

۴– حذف عملیات زائد در کار و در نتیجه صرفه جویی در زمان های اضافی کار

۵– تعیین زمان استاندارد کار – برنامه ریزی و کنترل – ظرفیت سنجی – کنترل هزینه و نیروی انسانی – طرح تشویق کارکنان

با توجه به جدول مقایسه بهره وری چنانچه برای دستیابی به بیشترین افزایش بهره وری به یک طرح بلند مدت با صرف مخارج هنگفت نیاز است . معمولا در این گونه طرحها تغییر اساسی در روش تولید ،جایگزین کردن روش جدید فعلی با روش جدید و با افزایش ظرفیت تولید مورد نظر است .

نکته دیگر این ،اینگونه طرحها در صنایعی مفید می باشد که اهمیت و نقش ماشین آلات در تولید بیش از تقش نیروی انسانی باشد مانند کارخانجات صنایع برق ،تولیدات شیمیایی ،پتروشیمی و . . . .

با بهره گیری از منابع موجود امکان افزایش بهره وری در حد محدودی مسیر بوده و در کوتاه مدت مشاهده می شود . اینگونه روش ها در صنایعی مفید واقع می شود که نقش اساسی تولید را نیروی انسانی تشکیل می دهد و می توان از تکنیک های مطالعه ی کار استفاده کرد .

مطالعه کار :

مطالعه کار که از تکنیک های مدیریت است در حقیقت به تجزیه و تحلیل عملیات تولیدی مرکب از انسان و ماشین پرداخته و با یک بررسی سیستماتیک به جستجو برای بهبود انجام کار می پردازد .

نکته: برای مطالعه سیستماتیک از فردی غیر از مدیر که به جریان عملیات تولید بتواند نظارت داشته باشد استفاده می کند تا از ذهنیات خود و اتکا کردن به اطلاعات کارگران استفاده نشود .

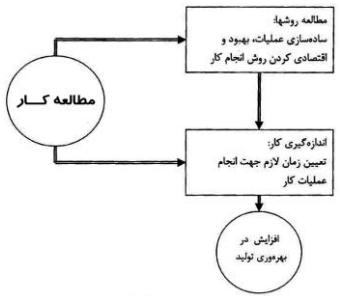
گام های حل مساله :

برای مطالعه کار هم مانند برخورد با هر مساله ی دیگری باید از یک رویکرد سیستماتیک بهره گرفت و فرایند عمومی حل مساله به شرح زیر می باشد :

۱) تعریف مساله : مساله را باید به درستی تعریف نمود و آن را خوب شناخت .
۲) تحلیل مساله : پس از تعریف ،بررسی حقایق داده های جمع آوری شده انجام می گیرد و همچنین بیان می شود برای بهبود چه کارهایی می توان انجام داد .
۳) جستجو برای راه حل های ممکن : برای یافتن راه حل های ممکن برای بهبود از روش هایی همچون TRIZ یا طوفان فکری می توان استفاده کرد . (الگوریتم خلاقیت TRIZ)
۴) ارزیابی گزینه ها : بر اساس معیارها ،محدودیت ها و هزینه ها انجام می شود .
۵) ارائه پیشنهاداتی برای اجرا : چون برای پیاده سازی طرح را باید به مجریان طرح داد . می بایست گزارشی به طور کامل و جامع تهیه شود .

تکنیک های مطالعه کار :

۱. مطالعه روش : ثبت سیستماتیک و بررسی دقیق و منتقدانه روش های فعلی و پیشنهادی انجام کار به منظور بکارگیری روش های ساده تر و موثر تر و کاهش هزینه ها را مطالعه روش می نامند .
۲. زمان سنجی : بکارگیری تکنیک هایی به منظور تعیین زمان لازم جهت انجام عملیات خاص توسط کارگر واجد شرایط در سطح عملکرد مطلوب طرح شده اند را گویند .



نکته) اگر چه مرسوم است که مطالعه کار با مطالعه روش شروع شده و سپس با اندازه گیری کار (زمان سنجی) ختم می شود . . لکن در برخی از موارد لازم است عمل زمان سنجی بعنوان معیاری جهت بهبود انجام کار حتی قبل از مطالعه روش انجام شود .

اقدامات اساسی جهت مطالعه کار :

۱- انتخاب کار و یا عمیلات مورد مطالعه
۲- ثبت مشاهدات از تمام مراحل کار
۳- مشاهدات ثبت شده مورد آزمایش قرار می گیرد و مسائلی مانند ترتیب انجام کار ،هدف انجام کار و محل انجام کار بررسی می شود .
۴- تهیه و تنظیم روش مناسب برای انجام هر بخش از کار تحت شرایط واقعی
۵-اندازه گیری مقادیر کمی کار جهت تعیین زمان استاندارد .
۶- ثبت و تدوین روش جدید انجام کار
۷- به کار گیری روش طرح شده و تطبیق آن با مراحل عملیات
۸- کنترل بر روی پیاده سازی طرح در عمل

چهار اصل در مطالعه روش :

۱- *حذف کلیه عملیات زائد :* حذف عملیات مفید غیر اقتصادی و جایگزین کردن آن با عملیات اقتصادی‌تر

۲- *تقسیم کار به اجزای* کوچکتر و واگذاری آن به یک ایستگاه بر حسب لزوم تجمیع کار و واگذاری به یک بخش

۳- *ترتیب مراحل کار و تغییرات لازم* : تشخیص صحیح مراحل کار و تغییرات لازم

۴- *آسان سازی عملیات ضروری و مفید* : یکی از راههایی که می توان در این ضمینه شخصی را راهنمایی کرد طرح سوال های زیر است .

What : چه انجام می شود ؟ هدف از انجام کار چیست ؟

Who : چه کسی این کار را انجام می دهد ؟ آیا فرد دیگری نیز می تواند آنرا بهتر انجام دهد ؟

Where : کجا انجام می شود ؟ کجا می تواند انجام شود ؟

When : کار چه موقع(کی) انجام می شود ؟ آیا بهتر نیست در زمان دیگری انجام شود ؟

Why : چرا بایستی این کار انجام شود ؟ چرا بایستی کار به این نحو انجام شود ؟

برای اینکه بتوانیم در چهار ضمینه فوق مطالعه روش را به نحو سیستماتیک انجام دهیم لازم است تکنیک های مناسب و ابزار کافی در اختیار داشته باشیم . موارد ذیل تکنیک هایی که در این ضمیمه مورد استفاده قرار می گیرند می باشند .

تجزیه و تحلیل عملیات با استفاده از :

۱. دیاگرام جریان Flow Diagram (F.D)

۲. نمودار فرایند Process Chart (PC)

۳. نمودار فرایند جریان Flow Process Chart (FPC)

۴. نمودار مونتاژ Assembly Chart (AC)

۵. نمودار فرایند عملیات Operation Process Chart (OPC)

۶. دیاگرام فرکانس سفر Trip Frequency Diagram

۷. نمودار فرکانس سفر Trip Frequency Chart

برنامه ریزی کار :

۱- نمودار انسان – ماشین Man-Machine Chart

۲- نمودار فعالیت چندگانه Multiple Activity

مطالعه حرکت :

۱-نمودار دست راست و چپ Left Hand – Right Hand Chart

۲- نمودار همزمانی حرکت SIMO Chart

ابزارهای تجزیه و تحلیل عملیات :

برای نشان دادن هر جزئ از فعالیت های تولید از نشانه های استاندارد استفاده می شود . این نشانه های پنج گانه در سال 1947 توسط جامعه مهندسین مکانیک امریکا طراحی شد و به طور اختصار عبارتند از :

۱- ◯ : *عملیات Operation* : وقتی یک یا چند مشخصه شی خود آگاه تغییر یابد گوییم عملی انجام شده است مثل تایپ نامه ،سوراخ کردن صفحه فلزی ،کوبیدن میخ و . . .

۲- ⇨ : *حمل و نقل Transportation* : وقتی حمل و نقل مواد از نقطه ای به دیگر صرفا به منظور انتقال انجام شود گوییم یک حمل و نقل انجام شده است مثل حرکت مواد بوسیله کارگر ،بالا بردن مواد به وسیله آسانسور ،حمل مواد به وسیله کامیون .

۳- □ : *بازرسی Inspection* :وقتی کیفیت یا کمیت شی با استاندارد مشخص سنجیده و مقایسه شود یک بازرسی انجام شده است . مانند خواندن درجه حرارت ،اندازه گیری قطر یک شفت ساخته شده و . . .

۴- ▽ : *انبار Storage* : وقتی شی ای با اختیارات لازم ،تحت کنترل قرار گیرد (گزارش موجودی در مواقع خروج و ورود یک شی) یک انبار تشکیل شده است . مثال: مدارک موجود در یک بایگانی ،محصول گذاشته شده در انبار ،انبار شدن مواد خام در هوای آزاد .

۵- **D** : *انتظار Delay* : در پروسه انجام تولید یک محصول ویا در مراحل انجام یک کار خدماتی چنانچه انجام یکی از کارها طبق برنامه پیش بینی شده زمانی به طور اجتناب پذیر یا اجتناب ناپذیر صورت نگیرد یک تاخیر به وجود آمده است . مثل : پرونده ای روی میز جهت اقدامات اداری ،انتظار جهت رسیدن آسانسور ،مواد داخل کامیون جهت تخلیه .

چنانچه فعالیتهای مذکور به طور توام انجام شود آن را به صورت ترکیبی نشان می دهیم ،به طور مثال چنانچه درحین ساخت یک قطعه عمل بازرسی هم انجام شود آن را به صورت ◯□ نشان می دهیم .

نمودار دیاگرام جریان :

برای رسم دیاگرام جریان شکل شماتیک زمینی که در آن واحد مورد مطالعه ،احداث گردیده را همراه با ساختمان ها بخش های تولیدی ،انبار ،ساختمان اداری و . . . . رسم نموده ،سپس پروسه تولیدی را با مشخص کردن قدم به قدم عملیات نشان می دهیم . لازم به ذکر است که موقعیت تقریبی ماشین آلات و دیگر وسایل و ابزاری که در ارتباط با تولید مورد استفاده قرار می گیرد را در این دیاگرام قرار می دهیم .

کاربرد دیاگرام جریان بیشتر جهت ،آشنا شدن با پروسه تولید و یا مراحل یک کار خدماتی ،نشان دادن جریان تولیدی و یا فرایندهای اداری و پیدا کردن عملیات زائد و حمل و نقل های اضافی و دادن اطلاعات به افرادی که با عملیات بیگانه هستند می باشد .

نکته) گاهی اوقات عدم توجه به مسیر عملیات باعث ایجاد هزینه ها و اتلاف زیادی می شود .

تنها چیزی که باعث ارزش افزوده می شود «عملیات Operation » می باشد ومابقی باید تا حد ممکن حذف شوند .

نمودار فرایند Process Chart

در نمودار فرایند بدون توجه به نقشه ،زمین ،ساختمان و سایر امکانات شبیه نمودار نمودار دیاگرام جریان عمل می شود . در این نمودار فرایند تولید یک کار را قدم به قدم نشان می دهیم . در سمت راست نشانه ها شرح هر یک را می نویسیم و در سمت چپ آن دو ستون که یکی مشخص کننده زمان عملیات و دیگری نشان دهنده فواصل عملیات است را نشان می دهیم .

کاربرد نمودار فرایند :

نمودار فرایند بیشتر جهت مشخص نمودن روش تولید یا مراحل کار مورد نظر به طور مختصر ،ثبت روش فعلی کار و تجزیه تحلیل آن ،ثبت زمان عملیات تولیدی و مشخص کردن مسافت های پیموده می باشد .

تذکر : همانطور که ذکر شد کار یکی از اهداف دیاگرام جریان نمودار فرایند گرفتن کلیه اطلاعات تولیدی و اصلاح روش انجام کار است . منتهی آن چیز که حائز اهمیت است و بایستی بدان توجه کرد این است که آیا اصلاح نمودن یک متد یا روش از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می باشد یا خیر .

جهت سهولیت در امر تجزیه و تحلیل می توان عوامل مختلف را به صورت جداگانه در نظر گرفت .

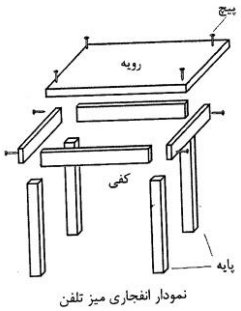
شکل ۳-۱۰: نمودار فرآیند روش قدیمی پوشش چرخ سمباده

این عوامل معمولا عبارتند از :

۱. سرمایه گذاری اولیه برای طرح پیشنهادی : مثل مخارج بررسی طرح ،هزینه خرید ماشین آلات ،مخارج پیاده سازی طرح ،تولید از دست رفته در هنگام پیاده کردن طرح .
۲. مخارج عملیاتی سالیانه : مثل هزینه های کارگران ،هزینه مصرفی (سوخت ،برق و . . .) هزینه های تعمیرات گذشته از هزینه های فوق فاکتورهای دیگری باید مدنظر قرار گیرد مثل : خستگی کارگران ،یکنواختی کار ،ایمنی کار و . . . .

نمودار انفجاری (Explosion Chart) :

برای به تصویر کشیدن شکل قطعات نحوه ی اتصال قطعات به یکدیگر و موقعیت آنها در محصول از نمودار انفجاری استفاده می شود .

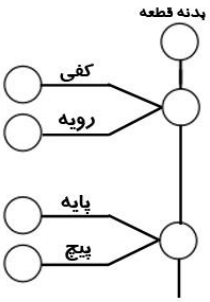


نمودار انفجاری میز تلفن

نمودار مونتاژ Assembly Chart (AC) :

برای نشان دادن جریان مونتاژ یک محصول از نمودار مونتاژ استفاده می کنیم . نحوه ی ساخت ایـن نمـودار از جزئـی ترین مونتاژها تا مونتاژهای عمده به ترتیب از سمت چپ به راست است .

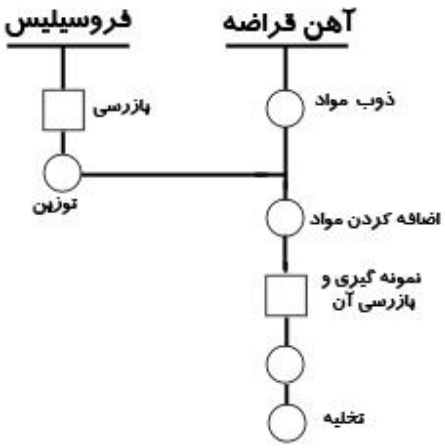
کاربرد نمودار مونتاژ :



۱- مونتاژ نمودن قطعاتی که محصول را تشکیل می دهند .
۲- نحوه ی اتصال قطعات به هم (ترتیب عملیات در مونتاژ)
۳- جریان قطعات جهت تشکیل مونتاژ
۴- رابطه ی بین اجزای مونتاژ
۵- یک تصویر جامع از فرایند مونتاژ
۶- دستورالعملی که بوسیله ی آن قطعات به هم وصل می شوند .

نمودار فرایند عملیات

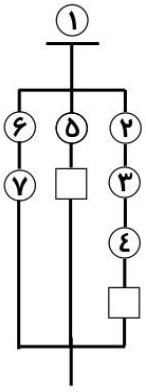
Operation Process Chart (OPC) :



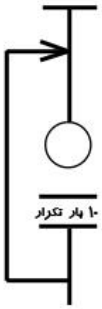
نکاتی که در ترسیم « نمودار فرایند عملیات » باید توجه کرد :

۱- نمایش مسیرهای چندگانه :

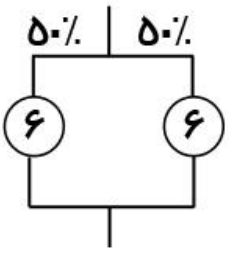
وقتی که از یک ماده اولیه چند زیر مونتاژ ساخته می شود .



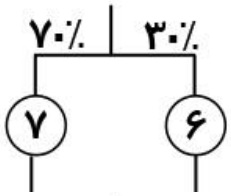
۲- نمایش عملیات تکرار شونده :



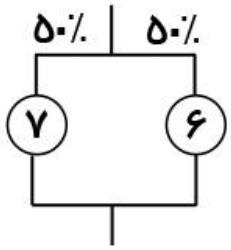
۳- نمایش عملـیات مشابـــــه هـــــمزمان :



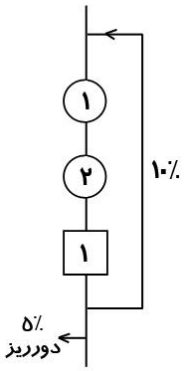
۴- نمایش عملیات غیر مشابه و غیر همزمان :



۵- نمایش عملیات همزمان و متفاوت :



۶- نمایش ضایعات :



نمودار فرایند جریان (FPC) :

نمودار فرایند جریان نموداری است که از ثبت کلیه وقایع تحت بازرسی و با استفاده از علائم مربوطه مراحل و مراتب عملیات برنامه کاری را در نظر بیننده مجسم می کند و بر سه نوع است:

۱- نمودار فرایند جریان کار کارگر : در این نمودار کلیه کارهایی را که کارگر یا هر نیروی انسانی دیگر انجام می دهد ثبت می شود .

۲- نمودار فرایند جریان مواد : در این نمودار عملیات و تغییراتی را که روی مواد صورت می گیرد به نمایش می گذارد .

۳- نمودار فرایند جریان وسایل و تجهیزات : در این نمودار روش های استفاده از وسایل کار و تجهیزات نشان داده می شود .

FPC							
نام عملیات	○	□	⇨	D	▽	نقل زمان عملیات	مسافت حمل و
۱- بازرسی							
۲- توزین							
۳- افزایش دما جهت ذوب							
۴- بازرسی فسفر							
۵- توزین فسفر							
۶- بسته بندی							
۷- افزودن مواد در داخل کوره							

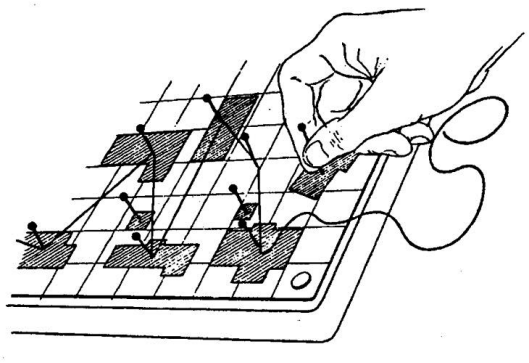
نکته) در این نمودار هر فعالیت را بر حسب طبیعت آن مشخص می کنند و سپس مفید و غیر مفید را جدا می سازد . به طور کلی عملیات مفید است ولی بازرسی ،حمل و نقل و تاخیر و انبار الزاما مفید نیستند و باید بررسی شود تا مفید بودن آن مشخص می شود .
کار مفید کاری است که قطعه را یک مرحله به انتهای عملیات نزدیک کند .

نکات مهم در تهیه نمودار FPC :

۱- نمودار را برای ثبت وقایع به کار می بریم ،می خواهد درست باشد یا غلط .
۲- جزئیاتی که روی نمودار ثبت می شود ،باید مبتنی بر مشاهدات مستقیم و عینی باشد .
۳- نمودارها باید دقیق تهیه شوند تا بهتر مطالعه شده و از اشتباهات جلوگیری شود .
۴- هر نمودار باید اطلاعات کاملی از موارد زیر بدهد :
الف) نام خدمت یا محصولی که موضوع نمودار است .
ب) نام شغل یا عملی که اجرا می شود .
ج) محلی که عملی در آنجا واقع می شود (کل عملیات)
د) شماره ی برگه یا جدول و نوع نمودار از نظر وضعیت فعلی یا پیشنهادی
هـ) نام تهیه کننده ،تصویر کننده و تاریخ تهیه نمودار
و) راهنمای علایم مورد استفاده
ز) خلاصه ای از مسافت ها (جمع مسافتها) و جمع زمان و روش کار

دیاگرام فرکانس سفر Trip Frequency Diagram :

برای نشان دادن ارتباط بین ماشین آلات و یا مراکز ایستگاههای کار در کارخانجات می توان از دیاگرام سفر استفاده کرد ،ساده ترین حالت وقتی است که تعداد ماشین آلات و ایستگاههای کار کم باشد ،در این حالت با استفاده از کاغذ شطرنجی محل ماشین آلات را دقیقا تعیین می کنیم و در محل های تعیین شده رفت و آمد کارگران از یک ایستگاه تا ایستگاه بعدی را به وسیله یک نخ نشان می دهیم .



نحوه ایجاد نمودار فرکانس سفر نخی

نمودار فرکانس سفر

* نمودار از – به (From-To Chart) :

چنانچه با شمار زیادی حرکات و مسیرهای پیچیده مواجه باشیم ،در این حالت از نمودار «از– به» استفاده می کنیم . به این جهت از جدولی که تعداد مساوی ستون های افقی و عمودی دارد کمک می گیریم . در بالای ستون عمودی از چپ به راست شماره ی ماشین و در ستون های افقی نیز از بالا به پایین شماره های ماشین (همان ماشینها) را می نویسیم . در این نمودار جمع حرکات هر ستون برابر جمع حرکات سطر متناظر است و می توان به کمک این نمودار مقدار مواد حمل شده و مسافت از هر ایستگاه به ایستگاه بعدی را عینا مشخص نمود .

کاربرد : برای تعیین جای ایستگاهها و انتخاب سیستم های حمل و نقل و حداقل شدن و حداقل کردن تقاطع ها در حمل و مقل می باشد .

بخش ۴ *** تحلیل عملیات

برای بهبود روش انجام کار از تحلیل عملیات استفاده می کنیم

- با پرسیدن سوال چرا؟ بر هدف انجام عملیات تمرکز کنید .
- با پرسیدن سوال «چگونه» بر فرایند،طراحی مواد ،تلورانس و فرایندها و ابزارها تمرکز می کنیم .
- با سوال «چه کسی» بر انجام دهنده ی کار و طرح کار تمرکز کنید .
- با پرسیدن سوال «کجا» بر چیدمان کار تمرکز کنید .
- با پرسیدن سوال «چه موقع» بر توالی انجام عملیات تمرکز کنید .

همیشه با حذف ،ترکیب و آرایش مجدد کارها سعی در ساده سازی کارها داشته باشید .

تحلیل گر روش هنگام مطالعه کلیه عناصر بهره ور و غیر بهره ور عملیات با هدف افزایش راندمان کار و کاهش هزینه تولید و دستیابی به کیفیت یا ارتقای آن از تحلیل عملیات استفاده می کند .
در طرح ریزی یک کار جدید نیز تحلیل عملیات کارایی دارد و با استفاده از روش پرسیدن سوال در مورد تمام جنبه های ایستگاه های کاری می توانند یک محل کار موثر ایجاد نماید
تحلیل عملیات بلافاصله بعد از جمع اوری حقایق و ارائه آنها و با استفاده از ابزارهای مختلفی نظیر نمودار فرایند جریان شروع می شود. تحلیل عملیات سومین گام مطالعه کار است.

نتیجه تحلیل عملیات:

با بکار گیری تحلیل عملیات شرکتها میتوانند خروجی خود را افزایش دهند. هزینه واحد را کم کنند، کیفیت را تضمین کنند، اشتباهات کارگران را کاهش دهند، با بهبود شرایط کاری کمینه کردن خستگی کارگر پرداخت های بیشتر و اشتیاق بیشتر کارگران به کار را موجب گردند.

رویکردهای عمده تحلیل عملیات :

پس از آنکه اطلاعاتی که بر کیفیت و هزینه تاثیر می گذارند جمع آوری شد و جهت بررسی در قالبی مناسب (مانند نمودارهای فصل قبل) ارائه گردید باید آنها را بازنگری نمود و تعدادی سوال را جهت تجزیه و تحلیل مصرف کرد .

۱- چرا این عملیات لازم است ؟
۲- چرا این کار به این شکل انجام می شود ؟
۳- چرا این تلورانس اینقدر دقیق هستند ؟
۴- چرا از این ماده استفاده شده است ؟
۵- چرا این اپراتورها به انجام کار اختصاص پیدا کرده است ؟
۶- چگونه ممکن است عملیات بهتر انجام شود ؟
۷- چگونه ممکن است این کار را به بهترین نحو انجام دهد ؟
۸- کجا می توان عملیات را با هزینه ی کمتر یا کیفیت بهتر انجام داد ؟
۹- برای دستیابی به کمترین حمل و نقل چه زمانی باید این عملیات را انجام داد ؟

نکته) وقتی ۹ رویکرد عمده به تحلیل عملیات برای مطالعه هر فعالیت به صورت جداگانه مورد استفاده قرار گیرد . توجه تحلیل گر به مواردی که بیشترین احتمال بهبود را دارند جلب می شود ،با این توجه نمی توان تمام این ۹ رویکرد را برای هر فعالیت انجام داد .

هدف عملیات :

مهمترین نکته در نه رویکرد فوق می باشد ،یکی از بهترین راهها برای ساده کردن عملیات یافتن روش برای دستیابی به نتایج مشابه یا بهتر ،بدون هزینه اضافی است .

قانون اصلی تحلیل گران ،تلاش برای حذف یا ترکیب یک عمل قبل از تلاش برای بهبود آن است .

وقتی یک کار یا یک فعالیت حذف می شود ،نیازی به تربیت اپراتورها برای عملیات جدید نیست و مقاومت در برابر تغییر کمینه می شود .

طراحی قطعه : (فرایند)

یک تحلیلگر روش خوب باید کلیه طرح ها را برای ایجاد بهبودهای احتمالی بررسی کند . برای بهبود تحلیلگر باید نکات زیر را برای هزینه ی هر جزء و هر زیر مونتاژ به خاطر بسپارد .

۱- با ساده سازی طراحی باید از تعداد قطعات کاست .

۲- باید با ترکیب قطعات و ساده سازی و مونتاژ از تعداد عملیات و طول حرکت در عملیات کاست .

۳- باید از مواد بهتر استفاده نمود .

۴- طراحی باید برای تولید پذیری و سهولت مونتاژ انجام شود .

شرکت جنرال الکتریک ایده های موجود برای توسعه طرح هایی با کمترین هزینه را بصورت جدول زیر خلاصه کرده است.

جدول ۴-۲: روشهایی برای طراحی با کمترین هزینه

ریخته‌گری	قطعات شکل داده شده	قطعات جوشکاری شده
۱- حذف هسته‌های ماسه خشک ۲- کمینه کردن عمق برای دستیابی به ریخته‌گری بهتر ۳- از کمترین جرم که بتواند ضخامت کافی به دست دهد برای حذف خنک‌کاری استفاده کنید ۴- اشکال ساده انتخاب کنید ۵- قطعات متقارن کمترین چین خوردگی را دارند ۶- شعاعهای آزاد بدون تیزی گوشه‌ها ۷- اگر سطوح با یکدیگر ارتباطی دقیق دارند، در صورت امکان باید آنها را در یک قطعه تعبیه نمود ۸- خطوط جداسازی قالب را در محلی تعبیه کنید که بر ظاهر و زیبایی تاثیر نداشته باشند و نیازی به مسطح سازی آنها وجود نداشته باشد ۹- بجای استفاده از شیارهای تزریق تکی از سوراخهای چند گانه استفاده کنید ۱۰- استفاده از ماهیچه‌های فلزی به ماهیچه‌های چوبی ترجیح داده ۱۱- استفاده از ماهیچه‌های دائمی بجای ماهیچه‌های موقتی	۱- بجای جوشکاری یا فورج، قطعات را با حدیده شکل دهید ۲- در صورت امکان شکل دهی سطحی و کم عمق باشد ۳- شعاع گوشه‌ها را آزاد بگذارید ۴- بجای شکل دهی قطعات را خم کنید ۵- بجای پرسکاری ورق، قطعات را از نوار یا سیم تولید کنید	۱- بجای ریخته‌گری یا فورج از جوشکاری قطعات استاندارد موجود استفاده کنید ۲- کمترین طول جوشکاری ۳- جوشکاری در سطح افق به جوشکاری عمودی و بالاسری ترجیح داده می‌شود ۴- پخ زدن گوشه‌ها قبل از جوشکاری را حذف کنید ۵- بجای جوشکاری پیوسته از جوش متناوب استفاده کنید ۶- برای جوشکاری خطی یا دایره‌ای ماشینهای اتوماتیک طراحی کنید
سوراخکاری (یا سنبه) ۱- سوراخکاری بجای قالبگیری، ریخته‌گری، ماشین‌کاری ۲- برای سوراخکاری قطعاتی که فاصله بین سوراخها در آنها مهم است از این روش استفاده شود ۳- از سنبه‌ای که کمترین سطح ماشین‌کاری شده و بیشترین مقاومت را داشته باشد استفاده کنید	**قطعات ماشین‌کاری شده** ۱- بجای روشهای شکل‌دهی از ماشین‌کاری دورانی استفاده کنید ۲- بجای ماشینهای دستی از دستگاههای خودکار یا نیمه خودکار استفاده کنید ۳- از تعداد شانه‌ها بکاهید ۴- عملیاتهای تکمیلی را تا حد امکان کاهش دهید ۵- در جایی که امکان دارد از سطوح خشن تراشی شده استفاده کنید ۶- شانه‌ها را گرد کنید	**قالب گیری** ۱- قالبهایی با کمترین تعداد قطعات طراحی کنید ۲- از اشکال ساده استفاده کنید ۳- خطوط تزریق را در جایی قرار دهید که نیازی به پر کردن و پولیش زدن آن نباشد ۴- کمترین وزن
	قطعات تولید شده ۱- بجای پیچ از پین استفاده کنید ۲- بجای پیچ از پرچ استفاده کنید ۳- میخ پرچ میان خالی بجای میخ پرچ توپر ۴- جوش نقطه‌ای بجای پرچ ۵- جوشکاری به جای لحیم‌کاری ۶- از قطعات دایکست یا قالب‌گیری شده بجای قطعات تولید شده که نیازمند چندین قطعه هستند استفاده کنید	**عملیات حرارتی و تکمیل کاری** ۱- زمان پخت را کمینه نمایید ۲- از خشک شدن در مجاورت هوا بجای کوره استفاده کنید ۳- از پوششها و لایه‌های کمتر یا نازکتری استفاده نمایید ۴- عملیات حرارتی و تکمیل کاری را حذف کنید
		مونتاژها ۱- مونتاژها را ساده نمایید ۲- تنها یک مونتاژ انجام دهید و مونتاژهای آزمایشی را حذف کنید ۳- قطعات را در بهترین جای آنها قرار دهید تا به تنظیم مجدد نیازی نباشد بدین معنا که نقشه‌ها باید صحیح و دقیق باشند و تلورانس مناسب را در نظر گرفته باشند

تلورانس ها و مشخصات :

سومین نکته از نه مورد در تحلیل عملیات در مورد تلورانس ها و مشخصاتی است که به کیفیت محصول ،یعنی توانایی محصول در بر آورد کردن نیازهای مشخص شده هستند ،تلورانس ها و مشخصات معمولا در بررسی و طراحی مورد بازنگری قرار می گیرند ،اما معمولا این وضعیت کافی نیست و باید مستقل از سایر رویکرد عملیات در نظر گرفت .
معمولا در توسعه یک محصول ،طراحان علاقه دارند مشخصات و تلورانس های بیش از مورد نیاز استفاده کنند .

مواد :

یکی از اولین سوالاتی که برای طراحی محصول به ذهن مهندس می رسد این است که از چه ماده ای برای ساخت قطعه استفاده نمود . تحلیلگران روش باید احتمال زیر را در مورد مستقیم و یا غیرمستقیم که در فرایند به کار می روند در نظر بگیرند .

۱) یافتن یک ماده ی کم هزینه تر
۲) یافتن ماده ای که فرآوری آن ساده تر است .
۳) استفاده از موادی که اقتصادی تر هستند .
۴) استفاده از مواد دورریز
۵) استاندارد کردن مواد
۶) یافتن بهترین تامین کننده از نظر قیمت و موجودی کالا

توالی و فرایند تولید :

مهندسی روش باید این نکته را درک کند ،زمانی که صرف فرایند تولید می شود به سه قسمت تبدیل می شود :

۱- کنترل موجودی و برنامه ریزی تولید
۲- عملیات آماده سازی
۳- تولید

برای بهبود فرایند تولید تحلیلگر باید این موارد را درنظر بگیرد :

۱- بازآرایی عملیات (آرایش مجدد)
۲- مکانیزه کردن عملیات دستی
۳- به کارگیری تجهیزات کارآمدتر در عملیات مکانیکی
۴- کاراتر نمودن عملکرد تجهیزات مکانیکی
۵- استفاده از ربات ها

آماده سازی و ابزارها :

این یکی از مهم ترین عوامل مطرح در نگهدارنده های کار (فیکسچرها) ،ابزارها و آماده ساز ها ،ملاحظات اقتصادی است . انتخاب سطح مناسبی از تجهیزات از نظر کمی و کیفی که تامین آن با تحمیل کمترین هزینه ،بیشترین فایده را برای واحد تولیدی ایجاد کند ،موارد ذیل بستگی دارد :

۱) کمیت تولید
۲) تکرار کسب و کار
۳) نیروی کار
۴) نیازمندی های حمل و نقل
۵) سرمایه مورد نیاز

شکل ۴-۱۴: چک لیست ارزیابی آماده‌سازی و تجهیزات

Questionary

فیکسچرها

	بله	خیر
۱- آیا می‌توان از فیکسچری مشابه برای سایر محصولات استفاده نمود؟	☐	☐
۲- آیا می‌توان این فیکسچر را شبیه فیکسچر دیگری که قبلاً به خوبی کار می‌کرده است ساخت؟ اگر می‌شود، چگونه می‌توان آن را بهبود داد؟	☐	☐
۳- آیا می‌توان از سخت افزارهای در دسترس برای ساختن فیکسچرها استفاده نمود؟	☐	☐
۴- آیا می‌توان با قرار دادن بیش از یک قطعه درون فیکسچر، خروجی را افزایش داد؟	☐	☐
۵- آیا می‌توان براده‌ها را به راحتی از روی فیکسچر تمیز کرد؟	☐	☐
۶- آیا گیرنده‌های فیکسچر هنگام نگه‌داشتن قطعه کار، استحکام کافی دارند که خم نشوند؟	☐	☐
۷- آیا می‌توان از آچارهای معمول برای این فیکسچر استفاده کرد؟	☐	☐
۸- آیا می‌توان فیکسچر را ساده‌تر طراحی کرد؟	☐	☐
۹- آیا ترکیب راهنماها برای فیکسچرهای گردان دقیق هستند؟	☐	☐
۱۰- آیا می‌توان فیکسچرها را روی سه نظام استاندارد دستگاه تراش نصب نمود؟	☐	☐
۱۱- آیا می‌توان فیکسچر را برای انجام بیش از یک عملیات طراحی نمود؟	☐	☐
۱۲- آیا قطعه کار به حد کافی به میز فرز نزدیک هست؟	☐	☐
۱۳- آیا می‌توان کار را در فیکسچر اندازه‌گیری نمود؟ آیا می‌توان از یک گیج برو نرو استفاده کرد؟	☐	☐
۱۴- آیا می‌توان از پین‌های جک‌دار برای نگهداشتن قطعه در هنگامی که فرزکاری می‌شود استفاده نمود؟	☐	☐
۱۵- آیا زیر همه گیره‌ها فنر قرار داده شده است؟	☐	☐
۱۶- آیا تمام اتصالات فولادی مانند گیره‌ها سخت کاری شده‌اند؟	☐	☐
۱۷- آیا ساده‌ترین نوع جیگ مورد استفاده قرار گرفته است؟	☐	☐
۱۸- آیا از پیچهای دو یا سه رزوه‌ای برای نگهداری کار در جیگ استفاده شده است تا بتوان آنها را با تعداد چرخشهای کمتری بست؟	☐	☐
۱۹- آیا ابزار ساز می‌تواند جیگ را بسازد؟	☐	☐
۲۰- آیا فضای زیر جیگ به حدی هست که ابزار پس از عبور از قطعه به میز کار برخورد نکند؟	☐	☐
۲۱- آیا جیگ به حد کافی سبک هست تا بتوان آن را به سهولت جابجا کرد؟	☐	☐

۲۲- آیا کد محل انبار و کد قطعه‌ای که در تولید آن از این جیگ استفاده می‌شود به آن تخصیص داده شده است؟ ☐ ☐
۲۳- آیا کار به گونه‌ای نگهداری می‌شود که نیرویی که برای گرفتن قطعه وارد می‌شود موجب تغییر شکل آن نشود؟ ☐ ☐

قطعات	بله	خیر
۱- آیا هیچ عملیاتی قبلاً روی قطعه انجام شده است؟ اگر چنین است آیا می‌توان از یکی از این سطوح به عنوان مبداء کارهای ماشینکاری استفاده نمود؟	☐	☐
۲- آیا می‌توان قطعه را به سرعت داخل فیکسچر قرار داد؟	☐	☐
۳- آیا می‌توان قطعه را به راحتی از فیکسچر جدا نمود؟	☐	☐
۴- آیا قطعه به حد کافی محکم نگه داشته شده است تا در هنگام براده‌برداری لق نزند؟	☐	☐
۵- آیا می‌توان قطعه را در یک گیره استاندارد ماشین‌کاری نمود و در نتیجه نیاز به استفاده از فیکسچر جدید را مرتفع نمود؟	☐	☐
۶- اگر قرار است قطعه با زاویه خاصی فرزکاری شود، آیا می‌توان با استفاده از یک دستگاه فرز استاندارد با قابلیت تنظیم زاویه ابزار، فیکسچر را ساده نمود؟	☐	☐
۷- آیا می‌توان برای ایجاد سهولت در گرفتن قطعه هنگام ریخته‌گری زائده‌هایی روی آن تعبیه نمود؟	☐	☐
۸- آیا علامتی برای مشخص کردن جیگ مورد استفاده در تولید قطعه بر روی آن ثبت شده است تا در صورت نیاز به دوباره کاری بتوان به سهولت از همان جیگ استفاده نمود؟	☐	☐
۹- آیا تمام گوشه‌های لازم گرد شده‌اند؟	☐	☐

دریل‌ها	بله	خیر
۱- آیا ابزار سوراخکاری بعد از انجام عمل خود به خود به محل اولیه خود باز می‌گردد؟	☐	☐
۲- آیا می‌توان‌از پین‌های جک‌دار یا پیچهایی برای نگهداری قطعه در زمان سوراخکاری استفاده نمود؟	☐	☐
۳- آیا ابزارهای دریل به حد کافی بلند هستند که بتوان کل سوراخ را در یک مرحله ایجاد نمود؟	☐	☐
۴- آیا گیره‌ها به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که به فشار دریل کمک کنند یا در برابر آن مقاومت می‌کنند؟	☐	☐
۵- آیا دریل از سرعتهای لازم برای سوراخکاری و قلاویزکاری همه سوراخها استفاده می‌کند؟	☐	☐
۶- استفاده از یک دریل برای سوراخکاری و قلاویزکاری چند سوراخ کوچک و یک سوراخ بزرگ عملی نیست. زیرا می‌توان با استفاده از دریل‌های کوچکتر برای سوراخکاری سوراخهای کوچک، به نتایجی سریعتر دست یافت در حالی که وجود تنها یک سوراخ بزرگ نیازمند استفاده از جیگ روی یک ماشین بزرگ است.		
الف) آیا دریل کردن سوراخ بزرگ در یک جیگ دیگر، ارزان‌تر تمام می‌شود؟	☐	☐
ب) آیا نتایج چنین اقدامی دقت کافی خواهد داشت؟	☐	☐

سایر	بله	خیر
۱- آیا می‌توان جیگی طراحی کرد یا پینهای سخت شده‌ای اضافه کرد که به اپراتور در تنظیم ابزارهای برش فرز یا بررسی کار کمک کنند؟	☐	☐
۲- آیا سر راه ابزارهای ماشین‌های ابزار در هنگام عبور از کار مانعی که باعث ایجاد برخورد شود وجود ندارد؟	☐	☐

بخش ۵ *** مطالعه حرکت

هدف مطالعه حرکت خرد :

۱- برای مطالعه فعالیت دو یا چند نفر از اعضای یک گروه کاری
۲- به عنوان کمکی برای مطالعه رابطه فعالیت های اپراتور و ماشین
۳- به عنوان ابزاری برای زمان سنجی فعالیت ها
۴- به عنوان ابزاری جهت بدست آوردن داده های زمان – حرکت برای تعیین استاندارد
۵- به عنوان ابزار ذخیره کننده روش فعالیت اپراتور و ماشین

علاوه بر اینکه مطالعه حرکت خرد در انجام امور فوق موثر است ،مهمترین کاربردهای آن عبارتند از :

۱) کمک به یافتن ،روش بهتر انجام کار
۲) کمک به افراد برای فرا گرفتن معنا و مفهوم مطالعه حرکت تا بتواند اصول حرکات اقتصادی را در کارهای خود به کار گیرند .

حرکات پایه ای دست :

فرانک گیلبرت در مطالعات اولیه خود در مورد مطالعه حرکت بخشی از زیر بخش ها یا وقایعی که فکر می کرد در بین کلیه کارهای انسانی مشترک هستند را توسعه داد و از واژه « تربلیگ » برای نامیدن هر یک از عناصر هفتگانه سیکل حرکت استفاده نمود .

۱- *انتخاب کردن (Select)* SH : انتخاب یک جنس از چندین جنس دیگر .
۲- *جستجو (Search)* ST :بخشی از حرکت که در طول آن چشمها یا دستها به دنبال جسمی می گردند . این حرکت از لحظه شروع حرکت چشم ها یا دست برای جستجوی چیزی شروع می شود و با یافتن خاتمه مییابد
۳- *گرفتن (Grasp)* G: منظور گرفتن یک شی است .
۴- *حرکت خالی دست (TE (Transport Empty*: منظور حرکت خالی دست به طرف یک شی است .
۵- *حرکت پر دست (Transport Load)* TL: حرکت شی به وسیله ی دست از نقطه ای به نقطه دیگر .
۶- *نگهداشتن (Hold)* H : توقف شی به وسیله عضوی از بدن
۷- *رها کردن (Relase)* RL: زمانی که شی شروع به ترک دست می کند شروع و وقتی که شی از دست کاملا جدا می شود خاتمه میابد.
۸- *تنظیم کردن (Position)* P : منظور چرخاندن یا قرار دادن یک شی در جای خود و در حالت صحیح (این حرکت می توان همزمان با حرکت پر دست باشد)
۹- *تنظیم قبلی (پیش تنظیم) (Pre-Position)* PP: قرار دادن شی در محل تعیین شده قبلی به منظور سهولت دستیابی آن را تنظیم قبلی گوییم،تنظیم قبلی شبیه تنظیم است با این تفاوت که جسم در محل در محل تقریبی که بعدا نیاز باشد ،قرار داده می شود .
۱۰-*بازرسی کردن (Inspection) I*: بازدید شی به منظور بررسی اینکه با استاندارد وضع شده از نظر اندازه ی شکل و یا کیفیتهای دیگر .
۱۱-*مونتاژ کردن (Assemble)* A : قرار دادن شی داخل یا روی شی دیگر به طوری که هر دو جسم ،جسم جدیدی تشکیل دهند .

۱۲-*دمونتاژ کردن (Disassemble)* DA : جدا کردن شی از شی دیگر که با هم جسم مستقلی را تشکیل دادند را دمونتاژ گوییم .

۱۳-*استفاده کردن (Use)* U: بکارگیری یک ابزار یا وسیله یا قسمتی از یک دستگاه به همان منظوری که طرح شده است .

۱۴-*تاخیر غیر قابل اجتناب (Unavoidable Delay)* UD: تاخیری است که از کنترل عمل کننده خارج است . تاخیر غیر قابل اجتناب ممکن است در اثر عوامل زیر باشد :

۱- خرابی یا وقفه در پروسه انجام کار

۲- ترتیب عملیات طوری است که یک قسمت از بدن کارگر از کارکردن بازداشته است .

۱۵-*تاخیر قابل اجتناب (Avoidable Delay)* AD : هر نوع تاخیر در کار عمل کننده مسئول آن باشد و روی آن کنترل داشته باشد را تاخیر غیر مجاز گوییم

۱۶-*برنامه ریزی (Planning)* **PN**: عکس العمل مغزی قبل از شروع انجام کار است . هدف این فعالیت مغزی تصمیم گیری در مورد چگونگی انجام ادامه کار است .

۱۷-*استراحت (Rest for overcoming)* R: زمانی است که عمل کننده برای تمدید انرژی به استراحت می پردازد .

مثال) حرکات مورد استفاده در امضا کردن یک نامه

۱- حرکت خالی دست TE (حرکت به سمت خودکار)
۲- گرفتن G (در دست گرفتن خودکار)
۳- حرکات پر دست TL (حمل کردن خودکار به سمت کاغذ)
۴- تنظیم کردن P (قرار دادن خودکار روی کاغذ
۵- استفاده کردن U (امضاء کردن نامه)
۶- حرکت پر دست (TL) باز گرداندن خودکار به سمت جا خودکاری
۷- تنظیم قبلی پیش تنظیم (PP) جا دادن خودکار در جا خودکاری
۸- رها کردن شی (RL) رها کردن خودکار در جا خودکاری
۹- حرکت دست خالی (TE) بازگشت دست به سمت نامه

توضیحات بیشتر حرکات پایه ای دست

A) چک لیست انتخاب کردن :

۱- آیا چیدمان به شکلی هست که بتوان جستجو را حذف کرد ؟
۲- آیا می توان از ترکیب جدیدی مانند ظروف نگهدارنده ی شفاف که داخلش دیده می شود به گونه ای استفاده کرد که نیاز به انتخاب کردن را کاهش دهد ؟
۳- آیا مشخصات مواد و قطعات به خوبی با برچسب مشخص شده است ؟
۴- آیا روشنایی رضایت بخش است ؟
۵- آیا می توان از قطعات و مواد با رنگهای متفاوت برای سهولت انتخاب استفاده کرد ؟

B) چک لیست گرفتن :

دو نوع کلی از گرفتن وجود دارد : ۱- گرفتن فشاری : مانند برداشتن موادی که بر روی میز قرار دارد .
۲- گرفتن با استفاده از حلقه کردن انگشتان : مانند برداشتن خودکاری که در قلمدان قرار دارد .

در مطالعه ای که در مورد گرفتن انجام شده در مورد گرفتن مواد کوچک مشخص شده که گرفتن فشاری یک قطعه دو برابر گرفتن قطعه با حلقه کردن انگشتان زمان می برد .

۱- آیا گرفتن بیش از یک قطعه در هر حرکت مقدور است ؟
۲- آیا می توان به جای حمل کردن قطعات را روی سطح سر داد ؟
۳- آیا می توان با تعبیه یک لبه در کنار ظرف ،گرفتن را تسهیل بخشید ؟
۴- آیا می توان از آهنربا و سایر ابزارها برای ساده کردن گرفتن استفاده کرد ؟
۵- آیا طرح فیکسچر ،امکان گرفتن ساده قطعه را فراهم می کند ؟

C)حرکت پر و خالی دست :

*تحقیقات نشان می دهد که در شرایط مشابه ،زمان مورد نیاز برای جابه جا کردن دست در مسافت طولانی ،بیشتر از زمان صرف شده برای جابه جایی در مسیر کوتاه است .
* میانگین سرعت حرکت دست در مسافت های طولانی بیشتر از سرعت دست در مسافت های کوتاه است
* در حرکت پر و خالی دست ،اپراتور ماهر از مسیری مشابه استفاده می کند .
* در مطالعه حرکت دست در اینچ مشخص گردید ۳۸٪ زمان صرف شتابگیری ،۱۸٪ زمان صرف سرعت ثابت ،۲۷٪ صرف کاهش سرعت و ۱۷٪ صرف توقف و تغییر جهت می شود .

چک لیست حرکت پر و خالی دست :

۱- آیا می توان این حرکات را کاملا حذف نمود ؟
۲- آیا مسافت طی شده بهترین مسیر است ؟
۳- آیا می توان از دستگاههای مناسب مانند « کانوایر » استفاده کرد ؟
۴- آیا می توان حمل و نقل را در دسته های بزرگتر انجام داد ؟
۵- آیا می توان حمل و نقل را با ابزارهایی که با حرکت پا انجام می دهند ،انجام داد ؟
۶- آیا سرعت جا به جایی به خاطر تنظیم دقیق ،بعد از حرکت کاهش می یابد ؟
۷- آیا عملیات قبلی و بعدی ،ارتباط منطقی دارد ؟
۸- آیا موانعی که باعث تغییر جهت می شود را می توان حذف نمود ؟
۹- با توجه به وزن موادی که جا به جا می شوند ،مناسبترین عضو بدن استفاده می شود ؟
۱۰-آیا حرکات چشم با حرکات دست هماهنگی مناسب دارند ؟

D) نگه داشتن :

نگهداشتن عملیاتی است که معمولا در کارهای مونتاژ و کنترل دستی عملیات اتفاق می افتد . این عنصر راحت ترین مواردی است که می توان آن را حذف نمود و معمولا با حذف آن بهبود چشمگیری حاصل می شود .

چک لیست نگه داشتن:

۱- آیا می توان از یک گیره ،انبر ،فیکسچر و یا سایر تجهیزات مکانیکی برای نگه داشتن قطعه استفاده نمود ؟
۲- آیا می توان از اصطکاک یا چسبندگی استفاده کرد ؟
۳- در صورتی که نتوان نگه داشتن را حذف کرد از زمانی که صرف نگه داشتن می شود ،برای استراحت بازوها استفاده کرد ؟

$\mathfrak{E}$) رها کردن : زمان رها کردن جسم باید کوتاه باشد ،اگر این زمان طولانی است باید تغییراتی در عملیات به منظـور کوتاه سازی آن صورت گردد.

چک لیست رها کردن:

۱- آیا می توان این حرکت را حذف کرد ؟
۲- آیا می توان از یک ابزار حمل ،قطعه ی رها شده استفاده نمود ؟
۳- آیا می توان در حین حرکت عمل رهاسازی را انجام داد ؟
۴- آیا رهاسازی دقیق ضروری است و می توان از آن اجتناب نمود ؟
۵- آیا ظروف مواد ،طرح مناسبی دارد ؟

$\mathfrak{F}$) تنظیم و پیش تنظیم :

برای قرار دادن پین در گوش های دارای پخ با زاویه 45^0 به کمترین زمان احتیاج بوده است ولـیکن بـرای قـرار دادن پین در سوراخ های بدون پخ به ۷۲ ٪ زمان بیشتری احتیاج دارد .

چک لیست تنظیم و پیش تنظیم:

۱- آیا تنظیم ضرورت دارد ؟
۲- آیا می توان تلورانس ها را افزایش داد ؟
۳- آیا می توان از گوشه های تیز پرهیز نمود ؟
۴- آیا می توان از راهنما مانند قیف ،پخ و . . . استفاده نمود ؟
۵- آیا برای بهترین تنظیم عمل گرفتن جسم با حالت مناسب انجام شده است ؟

$\mathfrak{G}$) بازرسی :

در فعالیت های بازرسی زمان معمولا به واکنش خود بازرس و نوع بازرسی بستگی دارد ،در بازرسی تنها باید افرادی را به کار گرفت که دارای سرعت عکس العمل بالا هستند .

چک لیست بازرسی :

۱- آیا می توان بازرسی را حذف نمود یا آن را در عملیات دیگر انجام داد ؟
۲- آیا می توان از گیج ها (برو – نرو) و تست های چندگانه استفاده نمود ؟
۳- آیا می توان شدت نور را افزایش داد تا سرعت کنترل را افزایش داد ؟
۴- آیا می توان از بازرسی ماشینی به جای بازرسی چشمی استفاده کرد ؟

$\mathfrak{H}$) مونتاژ ،دمونتاژ و استفاده :

استفاده کردن معمولا بکارگیری یک ابزار یا یک تجهیز برای به انجام رساندن هدفی است که آن وسیله برایش ساخته شده است . اگر یک مهره به کمک دست روی قطعه مونتاژ شده باشد فقط عنصر مونتاژ را داریم اگر این مونتاژ توسـط آچار انجام شود ،تنظیم آچار روی قطعه عمل مونتاژ و استفاده کردن از آچار استفاده کردن و جداسازی آچار از پیچ عمل دمونتاژ است . چک لیست مونتاژ ،دمونتاژ و استفاده

۱- آیا می توان از یک ماشین یا ابزار خودکار استفاده کرد ؟
۲- آیا می توان مونتاژ را به صورت چندگانه انجام داد ؟

۳- آیا می توان از ابزارهای کاراتر استفاده نمود ؟
۴- آیا می توان از نگهدارنده استفاده نمود ؟
۵- آیا می توان در حالی که ماشین در حال عملیات است ،کارهای دیگر انجام داد ؟
۶- آیا لازم است از یک ابزار با منبع غیر انسان (برق ،پنوماتیک ،هیدرولیک و . . . .) استفاده کرد ؟

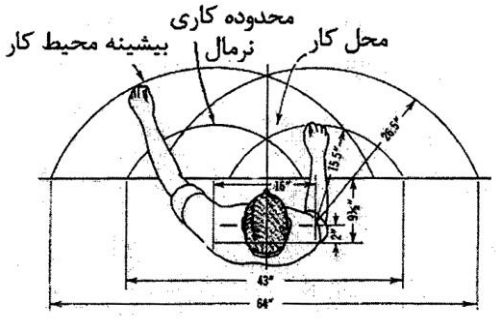
اصول اقتصادی حرکت

موارد [۲۲] گانه اصول اقتصادی حرکت را می‌توان به صورتی کارا در بسیاری از فعالیتها مورد استفاده قرار داد. با اینکه ممکن است تمام این اصول در تمام عملیات قابل بکارگیری نباشند، یک پایه مناسب برای افزایش و بهبود کارایی و کاهش خستگی در نیروی انسانی را بوجود می‌آورند. این اصول در جدول ۵-۵ لیست شده‌اند. از این ۲۲ مورد تعداد ۹ اصل در ارتباط با نحوه استفاده از بدن، ۸ اصل درارتباط با نظم و ترتیب در محل کار و ۵ اصل در ارتباط با طرح ابزار و تجهیزات است.

استفاده از بدن	۱- دستها بایستی کار را در یک زمان شروع و در یک زمان به اتمام برسانند. ۲- بجز در مواقع استراحت دستها مجاز نیستند که بطور همزمان بیکار باشند. ۳- حرکات دست و بازوها بایستی بطور قرینه و درجهات مخالف و بطور همزمان باشند. ۴- حرکات دست و بدن درانجام کار بایستی در پائین ترین حد ممکن انجام شود. ۵- چنانچه ممکن است درانجام کار از ممنتوم استفاده شود (در مواردی ممنتوم افزایش و مواردی کاهش داده شود). ۶- حرکت دستها حتی المقدور پیوسته، منحنی وار (طبیعی) و نرم انجام گیرد. ازحرکات با تغییرات سریع و زاویه دار پرهیز شود. ۷- حرکات بالستیکی معمولاً تندتر، آسانتر و دقیقتر از حرکات کنترل شده انجام می‌گیرند. ۸- نحوه انجام کار بایستی طوری باشد که اجازه دهد در صورت امکان کار بطور ریتمیک انجام شود یعنی تکرار حرکات بدن بصورت سیکلی انجام شود. ۹- تثبیت دید بایستی حتی المقدور کم و هر چه بیشتر به یکدیگر نزدیک باشد.
نظم و ترتیب در محل کار	۱۰- برای هر ابزار و مواد بایستی محلی مشخص در نظر گرفته شود «در ارتباط بامیزکار». در اینصورت برای دسترسی به یک جسم احتیاج به فکر و درنتیجه اتلاف وقت نیست. ۱۱- ابزار، مواد و کنترل‌ها بایستی نزدیک به محل استفاده باشند. ۱۲- جهت تغذیه مواد از ظروف زاویه دار و در نزدیکترین نقطه استفاده شود. ۱۳- طراحی میز کار طوری باشد که حتی المقدور بتوان اجسام را سریع رها نمود.در مواردی لازم است که از ضربه‌گیر مناسب در تعبیه چنین محل‌هائی استفاده شود. ۱۴- نحوه استقرار ابزار و مواد بنحوی باشد که کار با بهترین و کاراترین ترتیب انجام گیرد. ۱۵- بایستی شرایط مناسب دید را با توجه به (۱) جهت تابش نور (۲) رنگ نور (۳) شدت نور فراهم نمود. ۱۶- ارتفاع میزهای کار و صندلیها و حالتهای مختلف آنها بایستی طوری باشد که هر نوع امکان و انتخاب را به کارگر بدهد. ۱۷- یک صندلی با ارتفاع مناسب باید برای هر کارگر تامین شود.
طرح ابزار و تجهیزات	۱۸- باید با استفاده از جیگها، فیکسچرها و یا اسباب‌های عمل کننده پائی، دستها را در عمل آزاد نمود. ۱۹- دو یا تعداد بیشتری ابزار را بایستی بصورت ترکیبی درجاهائی که امکان‌پذیر است بکار گرفت. ۲۰- ابزار و مواد را بایستی در صورت امکان به صورت پیش تنظیم شده (جهت بکارگیری) درآورد. ۲۱- در جاهائیکه انگشتان بایستی بخشی از کار را انجام دهند (نظیر ماشینهای تایپ و یا کامپیوترهای شخصی)، مقدار بار تقسیم شده به انگشتان بایستی براساس توانائی هر انگشت باشد. ۲۲- اهرم‌ها، فرمانها و دیگرکنترل‌ها بایستی بنحوی درطراحی ماشین‌ها منظور شوند که اپراتور براحتی روی آنها کنترل داشته و حداقل تغییر در بدن کارگر (جهت بکارگیری آنها) ایجاد شود.

محدوده ی کاری نرمال :

در یک صفحه افقی تنها محدوده ی کوچک وجود دارد که کارگر می تواند با صرف تلاش معمولی به آن دسترسی یابد . برای دست های چپ و راست که جداگانه کار می کنند ،سه محدوده ی نرمال وجود دارد . محدوده ی نرمال دست راست با کشیدن دست در حالتی که ساعد به صورت افقی است و بازو در وضعیت نرمال است قرار دارد . محدوده ی نرمال دست چپ هم به روش مشابه تعیین می شود کمان هایی که با دستهایی که با دستهای چپ و راست کشیده می شوند و در مقابل کار یک قطع می کنند و محدوده ای دو کمان یکدیگر برخورد می کنند ،تعیین کننده محدوده ای است که دو دست با بیشترین کارایی انجام می گیرد .



بیشینه محیط کار :

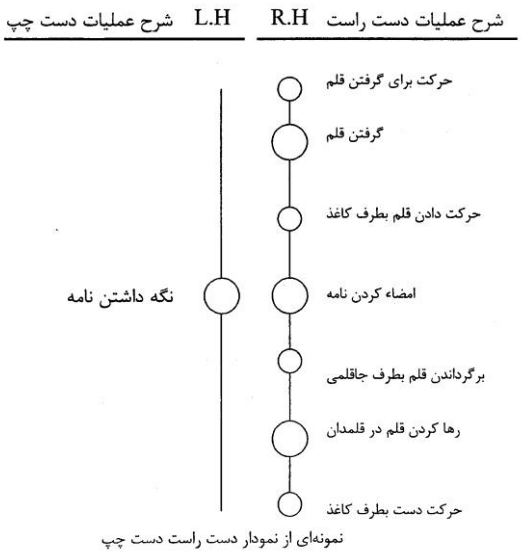
برای دست راست و چپ و هر دو دست با هم یک بیشینه محیط کار وجود دارد . بیشینه محیط کار حداکثر فاصله ای است که به آن دسترسی وجود دارد و با کشیدن دست راست بر روی میز در حالی که شانه کاملا باز است ،تعیین می شود ،بیشینه محیط کار برای دست چپ هم به همین صورت تعیین می شود . بین دو کمان ایجاد شده با دو دست منطقه ی بیشینه کار دو دست است .

نکته : هر کدام از دستها همان طور که در صفحه افقی محدوده کار نرمال و بیشینه دارند در فضا هم دارای چنین حالتی هستند در چنین فضای کار با کمترین تلاش و خستگی قابل انجام است .

نمودار دست راست و چپ :

در مطالعه کار و هنگامی که می خواهیم کاری را از نظر اصل اول مطالعه حرکت بررسی کنیم ،نمودار دست چپ و راست ابزار مفیدی است . روش مطالعه به این صورت است ،ابتدا یک سیکل عملیاتی که دست راست اپراتور انجام می دهد را ثبت می کنیم . سپس همین کار را برای دست چپ انجام داده و آنگاه عملیات را دقیقا مورد مطالعه قرار می دهیم ،در ترسیم این چارت حرکت دستها و حمل قطعات به نقاط مورد نظر با دایره ای کوچک و خود عملیات را با دایره ای بزرگ نشان می دهیم .

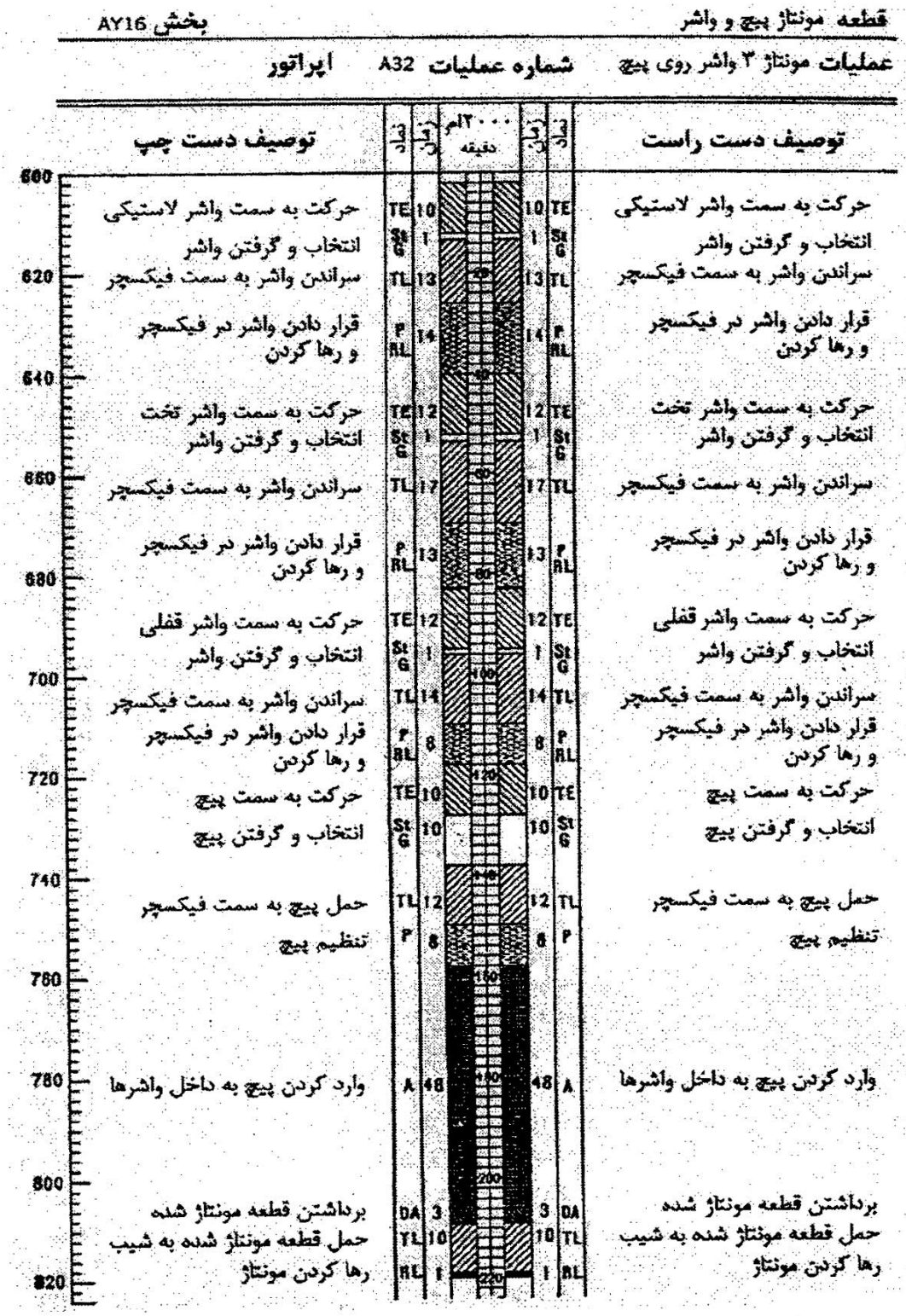
مثال)



نمونه‌ای از نمودار دست راست دست چپ

نمودار SIMO :

در این نمودار هم مانند دست راست – دست چپ ،ستون هایی برای مشخص کردن المنت ها و در طـرفین شـرح هـر المنت و در وسط زمان هر المنت در نظر گرفته می شود ،ستون وسط نیز زمان تجمعی کار را نشان می دهد .
نمونه ای از این نمودار را در صفحه ی بعد مشاهده می کنید .



نمودار همزمانی حرکات برای مونتاژ پیچ و واشر (روش بهبود یافته)

بخش ۶ *** برنامه ریزی کار روی ماشین

برنامه ریزی کار روی ماشین تحت سه فاز ،به شرح ذیل انجام می شود .

فاز اول :

در این فاز به شناخت کار می پردازیم و از طرفی با آگاهی از توانایی های عناصر درگیر در کار (انسان و ماشین) نیاز این عناصر مشخص می شود . اصولا هر یک از عناصر ویژگی های خاص خود را دارند ،با شناخت ویژگی های کار ،تحلیلگر کار باید تشخیص دهد با کدام یک از این عناصر در چه مرحله ای و تا چه حدی از آن استفاده کرد .

فاز دوم :

در این فاز با شناخت کافی و کامل فرایند کار از یک طرف و ویژگی های عناصر کار از طرف دیگر واگذاری کار به هر کدام عناصر (انسان و ماشین) انجام می شود . در این مرحله سعی می شود که بر اساس چک لیست هایی که برای این نوع برنامه ریزی تنظیم شده است ،برنامه ریزی کار بصورت اقتصادی انجام شود .

این چک لیست بر اساس هفت اصل پایه تنظیم شده است و در برنامه ریزی در کار روی ماشین مورد استفاده قرار می گیرد .

چک لیست فاز دوم (انسان ماشین) :

۱) حذف قدم های (مراحل) کار
۲) ترکیب قدم های کار
۳) ترتیب مجدد قدم های کار به بهترین نحو
۴) انجام هر قدم از کار به ساده ترین حالت ممکن
۵) افزایش درصد سیکل کار ماشین به بیشترین مقدار ممکن
۶) کاهش زمان بار دهی و تخلیه ماشین به کمترین مقدار ممکن
۷) افزایش سرعت ماشین به حد اقتصادی آن

فاز سوم :

در این مرحله تخصیص یا واگذاری ماشین به انسان به نحوی که به صورت اقتصادی و کمترین هزینه انجام شود، صورت می گیرد .

گاهی ادامه یک سیستم قدیمی کاملا مقرون به صرفه نبوده و ایجاب می کند تجزیه و تحلیل جامعی از وضع موجود به عمل آید . در چنین مواردی کلیه گزینه های جایگزین (آلترناتیو Alternative) را بایستی جایگزین قرار دهید و کاراترین را بر اساس محدودیت ها انتخاب نمود .

اصولا دو حالت در این برنامه ریزی قابل وقوع است ،حالت قطعی و حالت احتمالی

در حالت قطعی همه ی داده های مورد استفاده در برنامه ریزی نظیر زمان انجام هر بخش کار و یا نرخ هزینه ها بصورت قطعی اند .

و در حالت احتمالی زمان های انجام هر بخش از کار به صورت یک متغیر تصادفی است .

برنامه ریزی کار روی ماشین در حالت قطعی :

چنانچه همه ی اطلاعات کار به صورت قطعی در اختیار باشد از برنامه ریزی کار روی ماشین در حالت قطعی صحبت می شود .

نحوه ی محاسبه تعداد ماشین تخصیص داده شده به یک اپراتور :

N : تعداد ماشین تخصیص یافته به یک اپراتور

m : طول زمان عملیات ماشین

$$N = \frac{L+m}{L+w}$$

L : طول زمان سرویس (نصب و پیاده کردن قطعه)

w : زمان رفتن اپراتور از یک ماشین به ماشین دیگر

در حالتی که N عددی صحیح نشود باید هزینه ی بیکاری انسان را با ماشین مقایسه کرد و در این صورت از (TEC) استفاده می‌کنیم .

اگر تقریب اعشاری را به عدد نقصانی به پایین گرد کنیم طول سیکل L+m می باشد . (در این حالت اگر K_1 هزینه ی ساعتی انسان و K_2 هزینه ساعتی ماشین باشد در این صورت هزینه ی ساخت به وسیله یک ماشین

$$TEC_{(N_1)} = \frac{K_1(L+m)+K_2(L+m)}{N_1}$$

اگر عدد اعشاری با تقریب اضافی (به بالا) گرد نماییم در این صورت TEC طول سیکل $N_2(L+w)$ می باشد . در این حالت

$$TEC_{(N_2)} = \frac{K_1N_2(L+w)+K_2N_2^2(L+w)}{N_2} = (L+w)(K_1+K_2N_2)$$

TEC مطلوب برابر کمترین مقدار $TEC_{(N_1)}$ و $TEC_{(N_2)}$ می باشد .

$$TEC_{\text{مطلوب}} = \min(TEC_{(N_1)}, TEC_{(N_2)})$$

مثال) برای چند ماشین مته که به یک اپراتور اختصاص می یابد ،اطلاعات زیر موجود است .

M=14min k_2= 200$ W=1min L= 3min K_1=50$

مطلوبست تعداد ماشین تخصیص یافته به یک اپراتور را حساب کنید .

$$N = \frac{L+m}{L+w} = \frac{3+14}{3+1} = \frac{17}{4} = 4.25 \Rightarrow N_1 = 4, N_2 = 5$$

$$\left.\begin{array}{l} N_1 = 4 : TEC_{(N_1)} = \dfrac{50(\frac{17}{60}) + 200 \times 4(\frac{17}{60})}{4} = 60.2 \\ N_2 = 5 : TEC_{(N_2)} = (\frac{4}{60})(50 + 200 \times 5) = 70 \end{array}\right\} \Rightarrow \min = TEC_{(N_1)}$$

برنامه ریزی کار روی ماشین در حالت احتمالی :

برنامه ریزی در حالت تصادفی کامل یا احتمالی وقتی مطرح می شود که زمان سرویس کردن ماشین و زمان انجام عمل بوسیله ماشین هر دو احتمالی است در این حالت می توان بطور اختصار از بسط دو جمله ای استفاده نمود ،جمع آوری احتمال اطلاعات توسط نمونه گیری از کار انجام می شود .

در این مدل از پارامترهای زیر استفاده می کنیم :

R : زمان انجام کار بطور اتوماتیک بوسیله ماشین

S : زمان سرویس کردن ماشین بوسیله کارگر

P : احتمال اینکه ماشین در حال انجام کار باشد

q : احتمال نیاز ماشین به سرویس

n : تعداد ماشین

C_1 هزینه ساعتی اپراتور

C_2 هزینه ساعتی ماشین

بسط دو جمله ای از رابطه $(p+q)^n =$

کل هزینه عملیاتی تولید یک قطعه

$$TC_{(n)} = \frac{C_1 + nC_2}{\text{تعداد قطعه تولید شده بوسیله n ماشین در هر ساعت}}$$

مثال) فرض کنید اطلاعات زیر مربوط به انجام کار روی یک ماشین در حالت احتمالی باشد . تولید یک قطعه روی ماشین بدون زمان از دست رفته ،جمعا معادل ۰/۵ ساعت است ،شیفت کاری معادل ۸ ساعت فرض شود با توجه به اطلاعات بالا ،تخصیص چند تعداد ماشین به کارگر اقتصادی خواهد بود ؟

$C_2 = 2250$	$C_1 = 600$	$q = 40\%$	$p = 60\%$

تعداد تولید بدون زمان از دست رفته = ۰/۵ $\Leftarrow$ تعداد تولید در ساعت = $\frac{1}{0.5} = 2$

حالت اول : تخصیص ۱ ماشین به اپراتور

$TC_{(1)} = \dfrac{600 + 1(2250)}{2} = 1425$ قطعه/تومان

حالت دوم : تخصیص ۲ ماشین به اپراتور

$$(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 0.36 + 0.48 + 0.16$$

$$16\% \times 8 = 1.28$$

ساعت کار مفید در شیفت = $2(8) - 1.28 = 14.72$

تعداد قطعه تولید شده در ساعت توسط دو ماشین = $\frac{14.72 \times 2}{8} = 3.68$

$$TC_{(2)} = \frac{600 + 2(2250)}{3.68} = 1385.9$$

حالت سوم : تخصیص ۳ ماشین به اپراتور

$$(p+q)^3 = p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3 = 0.216 + 0.432 + 0.288 + 0.064$$

تعداد ماشین که کار نمی کند	احتمال	محاسبه زمان از دست رفته
۰	0.216	-
۱	0.432	-
۲	0.288	$8 \times 1 \times 0.288 = 2.304$
۳	0.064	$8 \times 2 \times 0.064 = 1.024$
جمع		3.328

تعداد قطعه تولیدی در هر ساعت = $\frac{[3(8) - 3.328] \times 2}{8} = 5.168$

$$TC_{(3)} = \frac{600 + 3(2250)}{5.168} = 1422.2$$

حالت چهارم : تخصیص۴ ماشین به اپراتور

$$(p+q)^4 = p^4 + 4p^3q + 6p^2q^2 + 4pq^3 + q^4 = 0.1296 + 0.3456 + 0.3456 + 0.1536 + 0.0256$$

تعداد ماشین که کار نمی کند	احتمال	محاسبه زمان از دست رفته
۰	0.1296	-
۱	0.3456	-
۲	0.3456	$8 \times 0.3456 = 2.7648$
۳	0.1536	$2 \times 0.1536 \times 8 = 2.4576$
۴	0.0256	$2 \times 0.0256 \times 8 = 0.6144$
جمع		5.8368

تعداد قطعه تولیدی در هر ساعت = $\frac{[4(8) - 5.836] \times 2}{8} = 6.5408$

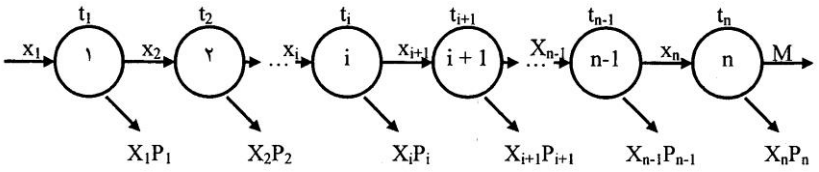
$$TC_{(4)} = \frac{600 + 4(2250)}{6.5408} = 1467.7$$

بالانس کار :

کلا فعالیت های تولید صنعتی ،در دو زمینه متمرکز است ،در مرحله ی اول می بایست ،قطعات را تولید و در مرحلـه ی بعد آنها را مونتاژ نمود ،هر کدام از این دو فعالیت ،ویژگی های خاص خود را دارند . در هر یک از مراحـل مـذکور لازم است تقسیم کار بین ایستگاهها به طور یکسان و با ملاحظه ی حداکثر کارایی انجام شود .

بالانس خط تولید :

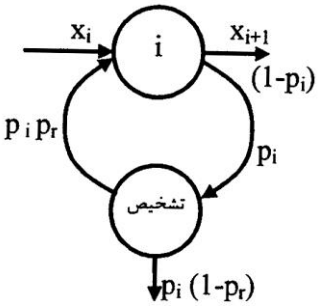
در سیستم های تولیدی معمول روال کار بدین صورت است که بر اساس مقدار مشخصی از تقاضای کار برنامه ریزی دنبال شود ،بنابراین روال بالانس خط تولید یک حالت برگشتی دارد .



M	تعداد قطعه سالم سفارش شده
P_k	درصد ضایعات به واسطه انجام عمل I ام
n	تعداد فرایندهای مورد نیاز در خط تولید

$$x_1 = \frac{M}{\prod_{k=1}^{n}(1-P_k)}$$

چنانچه در مرحله ی iام کار در خط تولید هم قطعه زائد و هم قطعه ای نیاز به دوباره کاری داشته باشد ،در این صورت برای این مرحله محاسبه تعداد قطعه ی ورودی که معادله ،تعداد سیکل کار در هر مرحله ی iام است را به صورت زیر محاسبه می کنیم :



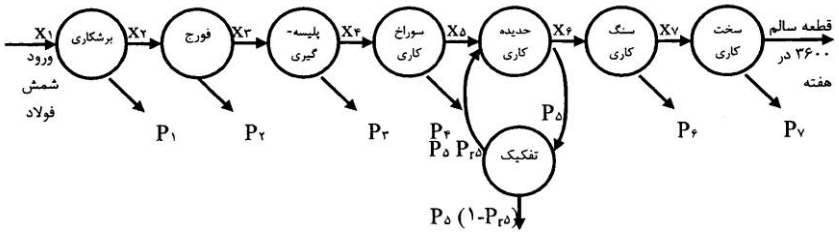
احتمال خروج قطعه سالم :

$$(1-p_i)+p_i p_r(1-p_i)+p_i^2 p_r^2(1-p_i)+\ldots+(1-p_i)[1+p_i p_r+p_i^2 p_r^2]$$

$$\xrightarrow{0<p_i p_{r=q}<1\Rightarrow \frac{1}{1-q}} (1-p_i)\times\frac{1}{1-p_i p_r}=\frac{1-p_i}{(1-p_i p_r)}$$

$$x_{i+1}=\frac{1-p_i}{1-p_i p_r}x_i \Rightarrow \qquad \boxed{x_i=\frac{1-p_i p_r}{1-p_i}x_{i+1}}$$

مثال) قطعه سازی متعهد است که در انتهای هر هفته تعداد ۳۶۰۰ قطعه ی سالم را تحویل کارخانه ی زامیاد تحویل دهد . زمان تولید در هر روز کاری ۱۰ ساعت و تعداد روزهای کاری در هفته ۶ روز است این قطعه طی هفت فرایند به شکل زیر تولید می شود . اطلاعات مربوط به این هفت فرایند به شرح زیر است :



شماره فرایند	نام ماشین	زمان استاندارد	درصد کارکرد سالم ماشین ٪	ضایعات	دوباره کاری	نرخ عملکرد سیستم ٪	زمان تنظیم (Setup)
۱	A	۲/۸ (F=2)	۹۰	۲	–	۱۰۰	۲
۲	B	۲/۴	۸۰	۵	–	۹۰	۴
۳	C	۱/۲	۹۰	۳	–	۱۲۰	۲
۴	D	۴/۸ (F=3)	۸۵	۵	–	۱۱۰	۳
۵	E	۲/۵	۸۰	۲	٪۶۰	۹۰	۳
۶	F	۱/۴	۸۰	۴	–	۱۲۰	۲
۷	G	۲	۷۰	۲	–	۸۰	۵

زمان در اختیار برای تولید	زمان تولیدی ماشین یا تجهیز (ساعت)	زمان تولیدی استاندارد بر اساس نرخ عملکرد (ساعت)	پتانسیل تولید هر ماشین یا تجهیز در هفته (عدد)	تعداد قطعه مورد نیاز روی هر ماشین یا تجهیز در هفته	تعداد ماشین یا تجهیز مورد نیاز (عدد)	روند شده ماشین یا تجهیز (عدد)
۶۰-۲=۵۸	۵۸*۰,۹=۵۲,۲	۵۲,۲×۱۰۰٪ = ۵۲,۲	۵۲.۲۸*(۲×۶۰) /۲,۸= ۲۲۳۷,۱	۴۴۰۶,۷/(۱-۰,۰۲) = ۴۴۹۶,۶	۴۴۹۶,۶ / ۲۲۳۷,۱ = ۲,۰۱	۳
۶۰-۴=۵۶	۵۶*۰,۸=۴۴,۸	۴۴,۸×۹۰٪ = ۴۰,۳۲	۱۰۰۸	۴۱۸۶,۴ /(۱-۰,۰۵) = ۴۴۰۶,۷	۴,۳۷	۵
۶۰-۲=۵۸	۵۸*۰,۹=۵۲,۲	۶۲,۶۴	۳۱۳۲	۴۰۶۰,۸ / (۱-۰,۰۳) = ۴۱۸۶,۴	۱,۳۴	۲
۶۰-۳=۵۷	۵۷*۰,۸۵=۴۸,۴۵	۵۳,۲۹۵	۱۹۹۸,۶	۳۸۵۷,۷/(۱-۰,۰۵) = ۴۰۶۰,۸	۲,۰۳	۳
۶۰-۳=۵۷	۵۷*۰,۸=۴۵,۶	۴۱,۰۴	۹۸۵	۳۸۲۶,۵*(۱-۰,۰۲×۰,۶) /(۱-۰,۰۲) = ۳۸۵۷,۷	۳,۹۲	۴
۶۰-۲=۵۸	۵۸*۰,۸=۴۶,۴	۵۵,۶۸	۲۳۸۶.۳	۳۶۷۳,۵/(۱-۰,۰۴) = ۳۸۲۶,۵	۱,۶۰	۲
۶۰-۵=۵۵	۵۵*۰,۷=۳۸,۵	۳۰,۸	۹۲۴	۳۶۰۰/(۱-۰,۰۲) = ۳۶۷۳,۵	۳,۹۸	۴

پتانسیل تولید بر اساس ماشین روند شده (عدد)	ظرفیت اضافی تولید (عدد)	درصد ظرفیت اضافی	زمان ظرفیت اضافی برای خوابانیدن ماشین یا تجهیز (معادل زمان استاندارد ساعت)	زمان ظرفیت اضافی بر ماشین برای خوابانیدن ماشین یا تجهیز در هفته (ساعت)
۲۲۳۷,۱×۳ = ۶۷۱۱,۳	۶۷۱۱,۳-۴۴۹۶,۶ = ۲۲۱۴,۷	۲۲۲۵.۹/۴۴۷۴.۳ = ۵۰%	۲۲۱۴,۷ × ۲,۸/(۲×۶۰) = ۵۱.۶۷	۵۱.۹۳/۲ = ۲۵.۸۳
۱۰۰۸ × ۵ = ۵۰۴۰	۶۳۳,۳	۱۲,۶%	۲۵,۳۳	۵,۰۶
۶۲۶۴	۲۰۷۷,۶	۳۳٪	۴۱,۵۵	۲۰,۷۷
۵۹۹۵,۸	۱۹۳۵	۳۲%	۵۱,۶	۱۷,۲۰
۳۹۴۰	۸۲,۳	۲٪	۳,۴۳	۰,۸۵
۴۷۷۲,۶	۹۴۶,۱	۲۰٪	۲۲,۰۸	۱۱,۰۴
۳۶۹۶	۲۲,۵	۰,۶%	۰,۷۵	۰,۱۹

بالانس خط مونتاژ :

برای سوار کردن یک محصول صنعتی عملیات متفاوتی صورت می گیرد که هر یک از این عملیات باید یکی پس از دیگری صورت گیرد . اگر عملیات سوار کردن قطعات را به کوچکترین جزء ممکن تقسیم کنیم در این صورت می توان هر جزئی را یک عنصر کار نامید .

در قسمت مونتاژ کارخانه ،روش بر آن است که عملیات مختلف سوار کردن محصول را مابین چند کارگر تقسیم می نمایند هر کارگر را می توان یک ایستگاه کار نامید .

ایستگاه کار محلی است که تعدادی عنصر کار را به یک کارگر واگذار می کنند .

در یک خط مونتاژ زمان سیکل را این طور تعریف می کنیم : طولانی ترین مجموعه عناصر کار که به یک ایستگاه کار تعلق بگیرد .

در بالانس خط دو مساله ی اساسی وجود دارد :

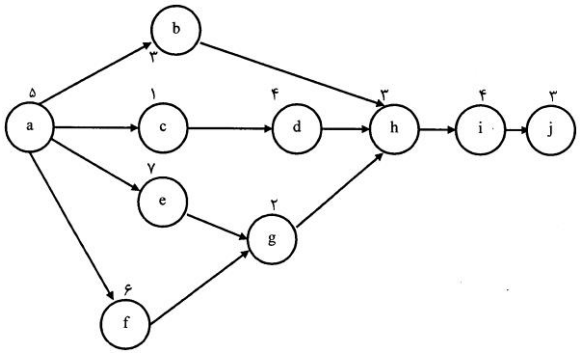
۱- زمان سیکل را داریم و می خواهیم تعداد مینیمم ایستگاه های کار را پیدا کنیم .

۲- تعداد ایستگاههای کار را داریم و می خواهیم حداکثر واحدهای خروجی را از خط مونتاژ بدست آوریم .

روش تکنیک اولویت دهی بر اساس موقعیت وزنی :

در این روش عناصر کار را با در نظر گرفتن ،ترتیب اولویت یا تقدم ،باید در دیاگرام تقدم درج نمود ،برای روشن نمودن موضوع مثال زیر را بیان می کنیم :

مثال) دیاگرام تقدم برای مونتاژ محصولی به شکل زیر است :



بعد از آنکه دیاگرام تقدم تشکیل شد باید موقعیت وزنی هر عنصر (PW) کار را پیدا کرد .

$$PW = \text{موقعیت وزنی هر عنصر} = (\text{زمان عناصریکه بعد از آن می‌آیند } \Sigma + \text{ زمان آن عنصر})$$

عناصر کار	موقعیت وزنی هر عنصر (PW)
A	۳۸
B	۱۳
C	۱۵
D	۱۴
E	۱۹
F	۱۸
G	۱۲
H	۱۰
I	۷
J	۳

سپس به ترتیب بزرگی موقعیت وزنی عناصر کار را در جدول می نویسیم و مطابق هر عنصر کار اولین تقدم را درج می نماییم . فرض کنید که زمان سیکل (C) برابر ۱۰ دقیقه باشد و می خواهیم مینیمم ایستگاه ها را تعیین نماییم ،در این جا باید توجه داشت که مجموع کارهایی که به هر ایستگاه داده می شود بیش از ۱۰ دقیقه باشد و در ضمن اصل تقدم را باید رعایت کرد .

اولین تقدم	زمان عناصر کار	عناصر کار	موقعیت وزنی
-	۵	a	۳۸
A	۷	e	۱۹
A	۶	f	۱۸
A	۱	c	۱۵
C	۴	d	۱۴
A	۳	b	۱۳
e,f	۲	g	۱۲
d,b,g	۳	h	۱۰
H	۴	i	۷
I	۳	j	۳

رد یا قبول	زمان بیکاری	مجموع زمان ایستگاه	زمان عنصر کار	اولین تقدم	موقعیت وزنی	عنصر کار	ایستگاه
قبول	۵	۵	۵	-	۳۸	a	۱
رد			۷	a	۱۹	e	
رد			۶	a	۱۸	f	
قبول	۴	۶	۱	a	۱۵	c	
قبول	۰	۱۰	۴	a	۱۴	d	
قبول	۳	۷	۷	c	۱۹	e	۲
رد			۶	a	۱۸	f	
قبول	۰	۱۰	۳	a	۱۳	b	
قبول	۴	۶	۶	a	۱۸	f	۳
قبول	۲	۸	۲	e, f	۱۲	g	
رد			۳	b, d, g	۱۰	h	
رد			۴	h	۷	i	
رد			۳	i	۳	j	
قبول	۷	۳	۳	b, d, g	۱۰	h	٤
قبول	۳	۷	۴	h	۷	i	
قبول	۰	۱۰	۳	i	۳	j	

زمان های ایستگاههای ۱ و ۲و ۴ هر یک۱۰ دقیقه و ایستگاه ۳ ،۸ دقیقه است ،بنابراین از ایستگاه شماره ی ۳ ،به طور کامل بهره برداری نشده است و کارگری که در ایستگاه ۳ کار می کند در هر سیکل ۲ دقیقه بیکار خواهد بود . این سیستم را بیش از این نمی توان بهبود داد .

تعادل کامل :

t_i	زمان عنصر کار i
c	زمان سیکل
m	تعداد عناصر
n	تعداد ایستگاهها

نسبت تاخیر بالانس (Balance Delay Ratio) :

$$d = \frac{nc - \sum t_i}{nc}$$

برای تعادل کامل :

$$d = 0 \Rightarrow \frac{nc - \sum t_i}{nc} = 0 \Rightarrow nc = \sum t_i \Rightarrow \begin{cases} n = \dfrac{\sum t_i}{c} \\ n \le m \\ t_{iMax} \le c \le \sum t_i \end{cases}$$

c دقیقه	n	$d(\%)$	c دقیقه	n	$d(\%)$
۱۹	۲	۰	۱۲	۴	۲۰/۸
۱۸	۳	۲۲/۵	۱۱	۴	۱۳/۶
۱۷	۳	۲۵/۵	۱۰	۴	۵
۱۶	۳	۲۰/۸	۹	۵	۱۵/۶
۱۵	۳	۱۵/۶	۸	۵	۵
۱۴	۳	۹/۵	۷	۶	۹/۵
۱۳	۳	۲/۶			

بخش ۷ *** زمان سنجی

وظایف فرد زمان سنج :

۱- اطمینان از انجام کار مورد مزالعه به نحوه ی صحیح و استاندارد بودن آن .

۲- اطمینان از رضایت سرکارگر از اپراتور

۳- جلب رضایت افراد ،دست اندرکار اعم از مدیریت ،سرکارگرها ،خود کارگر از عمل زمانسنجی و رضایت آنها

۴- شناخت دقیق مطالعه گر از نحوه ی انجام کار

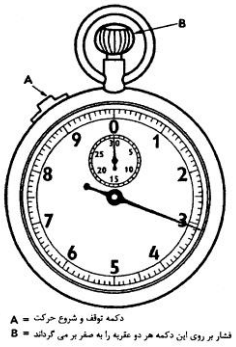
۵- در اختیار داشتن وسایل مورد استفاده

۶- ایجاد شرایط مناسب در این خصوص رعایت نکات زیر الزامی است :

الف) درستکاری : از کارگر به عنوان ابزار استفاده نکنیم .

ب) اعتماد به نفس : تحت عوامل خارجه قرار نگیریم .

ج) خونسردی : در زمان مواجه با مخالفت ها ،مشکلات را حدالامکان تحمل کنیم .



نکاتی در مورد کاربرد زمانسنجی با کرنومتر :

برای تعیین زمان انجام فعالیتی مشخص و در سطح عملکرد تعریف شده ،عملیات مورد مشاهده مستقیم قرار گرفته و عمل زمانسنجی انجام می شود .

زمانسنجی با کرنومتر برای اندازه گیری زمان سیکل های تکراری با زمان های نسبتا کوتاه که تغییر عملیات از سیکلی به سیکل دیگر ناچیز باشد مفید است .

۱- در مواقعی که تغییرات زمان انجام عملیات زیاد باشد به دلیل بالا بودن واریانس زمان ها ،محاسبه زمان وقت گیر خواهد بود .

۲- در مواقعی که زمان انجام عملیات از یک سیکل به سیکل دیگر تغییر نموده و تعداد تکرار کم باشد این روش کارایی کمی دارد .

۳- مشکل دیگر این روش تعیین ضریب عملکرد می باشد ،طبق تعریف عملکرد طبیعی سرعتی است که کارگر واجد شرایط به طوری طبیعی با آن سرعت کار می کند ،به شرط آن که نسبت به روش عملیات آگاهی داشته باشد و کار را باعلاقه انجام دهد .

۴- به طور کلی این روش برای کلیه کارهای تکراری به شرط آن که زمان سیکل بزرگتر از ۲/۴ ثانیه باشد قابل استفاده است .

مراحل انجام زمانسنجی :

- مرحله اول :

جهت شناخت دقیق از کاری که قرار است مورد زمانسنجی قرار گیرد ،لازم است کلیه اطلاعات روش انجام کار ،از شروع تا پایان کار مشخص و ثبت گردد .

- مرحله دوم :

به دلایلی لازم می شود که کار به بخش های کوچکتری شکسته شود . عمده ی این دلایل عبارتند از :
-۱) تجزیه و تحلیل هر جزء کار برای انکه طراحی مناسب وجود دارد یا نه .
-۲) جدا کردن بخش های کاری دستی از بخش های کاری ماشینی .
-۳) جدا کردن المنت های کاری ثابت از المنت های کاری متغیر.
-۴) انجام هر بخش از کار با سرعت های متفاوت .
-۵) بکارگیری زمان نرمال یک المنت کاری مشخص در تکرارهای بعدی .

- مرحله سوم :
در این مرحله شخص زمان سنج با استفاده از وسایل مورد نیاز ،اطلاعات خام را از کرنومتر خوانده و در فرم زمانسنجی ثبت می کند .
برحسب این که بخواهیم عمل زمانسنجی را با چه دقتی انجام دهیم می توانیم با استفاده از روش های آماری تعداد مشاهدات مورد نیاز را تعیین کرد .
در زمانسنجی جمعیت n نامحدود است یا به عبارت دیگر یک کار می تواند به صورت نامحدود تکرار شود لازم نیست عمل زمانسنجی با دقت زیاد و صرف هزینه زیاد انجام گیرد .
براساس ضریب اطمینان (Confidence Coefficient) و دامنه (Confidence Interval) می توان نمونه n را محاسبه نمود . چون تعداد نمونه های زمان سنجی ،معمولا کمتر از ۳۰ عدد می باشد بنابراین آمار این نمونه از توزیع t ناشی می شود و چون σ^2 مشخص نیست از s^2 بدست می آوریم :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i^2}{n-1} - \frac{(\sum_{i=1}^{n} t_i)^2}{n(n-1)}$$

- مرحله چهارم :
بر اساس دستورالعمل زیر تعداد مشاهدات را محاسبه می کنیم :
۱-با توجه به دقت مورد نیاز ،مقدار ضریب اطمینان و دامنه ی اطمینان را محاسبه کنید .

ضریب اطمینان	$P(\bar{t} + t_c \frac{s}{\sqrt{n}} \geq \mu \geq \bar{t} - t_c \frac{s}{\sqrt{n}}) = C$
دامنه اطمینان	$I = 2t_c \frac{s}{\sqrt{n}}$

۲- m مشاهده زمانسنجی از عمل را ثبت کنید . چنانچه زمان المنت مشاهده شده ۲ دقیقه یا کتر باشد $m = 10$ می گیریم و چنانچه زمان المنت مشاهده شده بیشتر از ۲ دقیقه باشد $m = 5$ می گیریم .

۳-انحراف استاندارد نمونه را از فرمول زیر محاسبه کنید .

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} t_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{m} t_i)^2}{m}}{m-1}}$$

۴-مشاهدات را به طریقه ی زیر کنترل کنید :

الف) t مینیمم و t ماکزیمم را تعیین کنید ،چنانچه ($t_{max} > 2t_{min}$) برحسب اینکه کدام یک از مقادیر t_{min} یا t_{max} از میانگین فاصله ی بیشتری دارد باید آنرا حذف نمود .

ب) چنانچه مشاهده ای خارج از رنج $\bar{t} \pm 3S$ بود باید آنرا حذف نمود و برای نمونه های باقی مانده باید مجـددا s را محاسبه نمود و آن را کنترل کرد .

۵-فاصله ی اطمینان I_m را با استفاده از فرمول $I_m = 2t_c \frac{S}{\sqrt{m}}$ محاسبه کنید .

لازم است مقدار t_c را با استفاده از جدول احتمالی توزیع t با m-1 درجه آزادی بیابیم .

۶-مقدار I_m محاسبه شده را با I_b مقایسه کنید ،چنانچه I_m کوچکتر از I_b باشد ،تعداد m مشاهده کافی اسـت . در غیر اینصورت تعداد مشاهدات مورد نیاز از طریق فرمول زیر بدست می آید :

$$n = \frac{4(t_c)^2 S^2}{I_b^2}$$

m	تعداد انتخاب مطلوب
n	تعداد نمونه که ما انتخاب می کنیم .

در اینصورت تعداد مشاهدات اضافی $n-m$ می باشد .

- مرحله پنجم :

در این مرحله لازم است ،ضریب عملکرد (RF=Rating Factor) شخص مورد مطالعه ،تعیین شود .

۱- *روش بدوکس (Charles E.Bedaux) :*

چارلز بدوکس ،سیستمی برای پرداخت دستمزد و کنترل اپراتورها ارائه کرد . در سیستم او واحد انجام کـار B بـود چیزی شبیه آنکه ما امروزه زمان استاندارد می نامیم . سیستم او بدین صورت بود که با در نظـر گـرفتن مهـارت و تلاش اپراتور و بکار بستن جدول فراخی های خستگی (Fatigue Allowances) ضریب عملکـرد اپراتـور را تعیین می کرد .

۲- *سیستم تعیین عملکرد وستینگ هوس (Westinghouse) :*

یک سیتم چهار معیاره برای تعیین ضریب عملکرد اپراتور در سال ۱۹۲۷ در شرکت وستینگ هوس ایجاد شد . این چهار عامل عبارتند از :

۱- مهارت
۲- تلاش
۳- شرایط
۴- استقامت

برای هر یک از این چهار عامل یک مقیاس برای مقادیر کمی در نظر گرفته شده که آنرا در زیر مشاهده می کنید :

تلاش			مهارت		
فوق العاده	A1	۰,۱۳	فوق‌العاده ماهر	A1	۰,۱۵
	A2	۰,۱۲		A2	۰,۱۳
عالی	B1	۰,۱۰	عالی	B1	۰,۱۱
	B2	۰,۰۸		B2	۰,۰۸
خوب	C1	۰,۰۵	خوب	C1	۰,۰۶
	C2	۰,۰۲		C2	۰,۰۳
متوسط	D	۰,۰۰	متوسط	D	۰,۰۰
ضعیف	E1	-۰,۰۴	ضعیف	E1	-۰,۰۵
	E2	-۰,۰۸		E2	-۰,۱۰
خیلی ضعیف	F1	-۰,۱۲	خیلی ضعیف	F1	-۰,۱۶
	F2	-۰,۱۷		F2	-۰,۲۲
استقامت			شرایط		
کامل	A	۰,۰۴	ایده آل	A	۰,۰۴
عالی	B	۰,۰۳	عالی	B	۰,۰۳
خوب	C	۰,۰۱	خوب	C	۰,۰۱
متوسط	D	۰,۰۰	متوسط	D	۰,۰۰
ضعیف	E	-۰,۰۲	ضعیف	E	-۰,۰۲
خیلی ضعیف	F	-۰,۰۴	خیلی ضعیف	F	-۰,۰۴

جدول وزن‌دهی به عملکرد

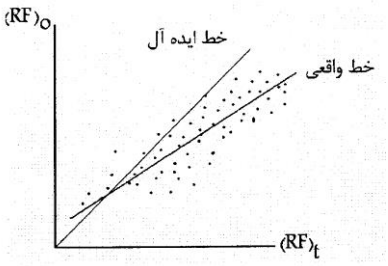
مثال) اگر زمان ثبت شده برای عملیاتی ۵ ثانیه باشد و شرایط به شرح ذیل باشد : مهارت عالی (۰/۰۸) شرایط خوب (۰/۰۱) تلاش خوب (۰/۰۲) استقامت خوب (۰/۰۱) جمع هر یک از اینها ۰/۱۲ می باشد . آنگاه زمان نرمال انجام این عملیات $5 \times \underbrace{1.12}_{1+0.12} = 5.6$ می باشد .

۳- *ارزیابی عملکرد بر اساس فیزیولوژیکی :*

ضربان قلب و میزان مصرف اکسیژن (میزان سوخت کالری بر دقیقه) را می توان برای اندازه گیری کارهای بدنی مورد استفاده قرار داد . ابزارهای الکترونیکی برای این کار وجود دارند . این رویکرد زیاد مورد استفاده قرار نمی گیرد ولی می توان از آن برای سنجش عملکرد کارهای سنگین استفاده کرد .

نکته) بیشترین خطای زمانسنجی از ضریب عملکرد است . بنابراین مهارت زمانسنج و شناخت دقیق کار مورد مطالعه از عوامل مهم در کاهش خطاست . به دلیل این خطاها در ماهرترین فرد نیز غیر قابل انکار است . لذا با استفاده از مشاهده چندین نمونه ی واقعی و نرخ گذاری توسط مشاهده کننده و سپس تعیین ارتباط آنها به کمک روش رگرسیون خطی (Linear Regression)امکان پذیر است که مقدار خطا را تا حد قابل قبولی کاهش دهیم .

جهت استفاده از این روش جدولی از RF های شخصی و واقعی برای نمونه های مشاهده شده تشکیل داده و با استفاده از فرمول تخمین حداقل مربعات (Least Square Estimation) معادله خط رگرسیون $(RF)_0 = a + b(RF)_t$ را تعیین می نماییم . $RF_t =$ ضریب عملکرد شخصی و $RF_0 =$ ضریب عملکرد واقعی .



رابطه بین $(RF)_0$ و $(RF)_t$

– مرحله ششم :

با توجه به مراحل قبل قادر هستیم زمان نرمال هر المنت کاری را از فرمول $NT = \bar{t} \times (RF)_t$ بدست آوریم . چنانچه کاری به k المنت مختلف شکسته شده باشد ،زمان نرمال به صورت زیر محاسبه می شود :

$$NT = \sum_{j=1}^{k} (NT)_j$$

– مرحله هفتم :

جهت تعیین زمان استاندارد (ST) یک کار لازم است ،با درنظر گرفتن زمان های فراخی (الونس) (بی کاری مجاز) های یک کار ،زمان نرمال محاسبه شده مرحله ۶ را تعدیل کنیم . بر اساس جدول روبرو این زمان فراخی به دو گروه الونس ثابت و الونس متغیر تقسیم بندی می شود . که بر حسب طبیعت کار بایستی مقادیر مرتبط کار را از جدول استخراج و مجموع آنها را در محاسبه زمان استاندارد در نظر گرفت .

فراخیهای مربوط به خستگی که دفتر بین‌المللی کار مستقر در ژنو آن را پیشنهاد کرده است

	٪
۱- فراخی ثابت	
الف) فراخی شخصی	۵
ب) فراخی خستگی‌های پایه	۴
۲- فراخی‌های متغیر	
الف) فراخی ایستادن	۲
ب) فراخی مربوط به وضعیت نرمال	
(۱) ناراحت کنندگی کم	۰
(۲) ناراحت کننده (خم شدن)	۲
(۳) بسیار ناراحت کننده (کشیدگی و زانو زدن)	۷
ج) استفاده از نیرو و یا انرژی ماهیچه‌ای (حمل کردن، کشیدن، هل دادن) وزن جابجا شده بر حسب پوند:	
۵	۰
۱۰	۱
۱۵	۲
۲۰	۳
۲۵	۴
۳۰	۵
۳۵	۷
۴۰	۹
۴۵	۱۱
۵۰	۱۳
۶۰	۱۷
۷۰	۲۲
د) نور بد	
(۱) کمی کمتر از حالت استاندارد	۰
(۲) زیر حالت استاندارد	۲
(۳) بسیار پایین‌تر از استاندارد	۵
ه) شرایط جوی (دما و رطوبت)	
متغیر	۰-۱۰
و) توجه زیاد	
(۱) کار نسبتاً دقیق	۰
(۲) کار دقیق	۲
(۳) کار خیلی دقیق و یا حساس	۵
ز) سطح سر و صدا	
(۱) پیوسته	۰
(۲) قطع و وصل شونده بلند	۲
(۳) قطع و وصل شونده بسیار بلند	۵
(۴) صدای زیر بلند	۵
ح) میزان تفکر	
(۱) فرآیند نسبتاً پیچیده	۱
(۲) پچیده و یا محتاج به توجه زیاد	۴
(۳) بسیار پیچیده	۸
ط) یکنواختی	
(۱) کم	۰
(۲) متوسط	۱
(۳) زیاد	۴
ی) ملال آور	
(۱) نسبتاً ملال آور	۰
(۲) ملال آور	۲
(۳) بسیار ملال آور	۵

- مرحله هشتم :

با توجه به الونس های محاسبه شده در مرحله ی قبل با استفاده از فرمول زیر ،زمان کار مورد مطالعه تعیین می شـود :

$$ST = NT \times \frac{1}{1-x}$$

x= مقدار کل الونس ها به اعشار

بخش ۸ *** سیستم زمان سنجی MOST , MTM

اولین سیستم زمانسنجی از پیش تعیین شده که به معرض استفاده عموم در آمد ،سیستم متـدهای انـدازه گیـری زمـان (Methods Time Measurement) که در سال ۱۹۴۸ توسط هارولد مینارد تدوین گشت به دلیل اینکـه ایـن سیستم به صورت بسیار جزئی طراحی گردیده است . MTM یک سیستم از پیش تعیین شـده زمـان سـنجی بسـیار دقیق تشخیص داده شده است . این سیستم به صورت فراگیر مورد قبول واقع شد .

سیستم MTM دارای کارت داده ی جزئی از حرکات پایه (ازجمله دسترسی به شئ ،حرکت شئ ،گرفتن شئ ،چرخش دست و . . .) می باشد که هر کدام ویژگی مخصوص به خود است .

در زمان سنجی در این روش لازم است حرکات پایه تشخیص داده شود و متغیرهای درگیر در حرکت شناخته شود و بـا استفاده از کارت داده ی زمانی ،زمان مربوط به آن حرکت خاص محاسبه شود .

بدلیل جزئی نگر بودن این سیستم MTM را می توان بعنوان یک سیستم اندازه گیری دقیق ولی در انتها کند نامید . مسافت حرکت های پایه را به دقت بر حسب اینچ اندازه گیری کرد .

علاوه بر MTM تعداد دیگری از سیستم از پیش تعیین شده زمانی ،عمدتا بر اسـاس MTM جهـت بکـارگیری در ضمینه های خاص در شرکت ها مورد توسعه قرار گرفتند و امروزه به کار می گیرند . با نگـرش جدیـدی کـه در سـال ۱۹۶۷ ارائـه شـد سیسـتم Basic Most (Maynard Operation Sequence Technique) جهـت بکارگیری عمومی برای مهندسین صنایع تدوین گردید و از سا ۱۹۷۰ در کارخانجات تولیدی و بخش های خدماتی و در بخش های صنایع توزیع و مورد استفاده قرار می گیرد . از آنجا که Basic Most به طور گسترده مورد استفاده قـرار گرفت در سال ۱۹۸۰ شامل Mini Most , Maxi Most معرفی و توسعه داده شده اند .

مراحل زمانسنجی:

۶-۱: فرد زمانسنج در ابتدای کار می‌بایست نسبت به نحوه انجام کار اطلاعات مورد نیاز را از ریاست واحد تولیدی و همچنین تنظیمات ماشین و قالبها را از روسای فنی کسب و پس از آن به شکست کار به اجزا اقدام به مشاهده کند. زمانسنجی به روش MOST به چهار طریق صورت می‌پذیرد:

۱-MOST بزرگ: در عملیات غیر تکراری که معمولا طول زمان سیکل کاری در آن بزرگ است مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-MOST پایه: جهت اندازه گیری و تجزیه و تحلیل محدوده وسیعی از عملیات عممی صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳- MOST کوچک: تجزیه و تحلیل جزئی‌تر کار را ممکن ساخته است و جهت عملیات با تکرار زیاد که معمولا طول زمان سیکل کاری کوچک می‌باشد استفاده می‌گردد.

۴- MOST دفتری: که از توسعهMOST پایه بوجود آمده و جهت عملیات دفتری مورد استفاده قرار می-گیرد.

با توجه به تعاریف فوق از سیستم MOST پایه جهت تجزیه و تحلیل فعالیت‌ها استفاده می‌شود.

۶-۲: واحد زمان سیستم MOST :

واحد زمان مورد ستفاده در سیستم TMU می‌باشد و بر اساس تعریف ۰.۰۰۰۰۱ ساعت است.

۱TMU = ۰.۰۳۶ ثانیه

مقادیر بدست آمده در سیستمMOST نشانگر زمانی است که یک کارگر با مهارت و سرعت متوسط و تحت شرایط کاری نرمال، کار را انجام می‌دهد. به عبارت دیگر زمان‌های بدست آمده در این سیستم زمان‌های نرمال انجام عملیات می‌باشد.

۶-۳: بکارگیری سیستم MOST پایه:

در این سیستم توالی حرکات به سه دسته عمده تقسیم می‌شوند:

۱- توالی حرکات عمومی

۲- توالی حرکات کنترلی

۳- توالی حرکات استفاده از ابزار

هریک از این توالی‌ها با یکسری پارامتر مشخص می‌شود و برای هر پارامتر اندیسی در نظر گرفته می‌شود که این اندیس نشانگر نوع فعالیت بوده و با ضرب کردن آن در عدد ۱۰ زمان انجام آن فعالیت بدست می‌آید.

۶-۳-۱: توالی حرکات عمومی:

تعریف: حرکت عمومی بیانگر جا به جایی دستی اشیا به صورت آزاد می باشد. لذا در صورتی که شی جا به جا شود، با شی دیگر در تماس باشد و یا به وسیله اشیاء دیگر محدود شده باشد نمی توان از این روش استفاده کرد.

در هر توالی حرکت عمومی فعالیت های زیر را می توان مشاهده نمود:

۱- رسیدن یک یا دو دست به شیء

۲- کنترل دستی شیء

۳- حرکت شیء و طی یک مسافت از نقطه ای به نقطه دیگر

۴- قرار دادن شیء در نقطه مورد نظر

۵- بازگشت به محل اولیه

برای بیان توالی حرکت عمومی با توجه به ۵ فعالیت فوق پارامتر هایی تعریف شده است. این پارامتر ها تحت عنوان مدل توالی حرکت عمومی به صورت زیر نوشته می شود:

ABG ABP A

A حرکت:

پارامتر A کلیه حرکات و عملیات انگشتان ، دست و پا، به همراه بار یا بدون بار که در آن فاصله ای طی شود را در بر می گیرد.

B حرکت بدن:

این پارمتر عمده به حرکات عمودی بدن نظیر خم و راست شدن و نشست و بر خاستن اطلاق می شود. همچنین فعالیت هایی که توسط بدن جهت غلبه بر کار و یا جلو گیری از صدمه رسیدن به بدن انجام می شود را در بر می گیرد.

G به دست آوردن کنترل:

این پارامتر جهت به دست آوردن شیء به کار گرفته شده و می تواند شامل یک یا چند حرکت کنترلی باشد.

P قرار دادن گذاشتن:

این پارامتر شامل ردیف کردن، در جای مناسب قرار دادن، میزان کردن و یا در گیر کردن شیئی با شیء دیگر قبل از قبل از رها کردن و از دست دادن کنترل شیء است.

جدول زیر نشان دهنده مقادیری است که برای مدل توالی حرکت عمومی موریٔ استفاده قرار می گیرد.

	حرکات عمومی ABGABPA				
اندیس					اندیس
	قرار دادن	کنترل کردن	حرکت بدن	مسافت حرکت	
۰	هل دادن – پرتاب کردن			۵ سانتیمتر≤ ۲ اینچ ≤	۰
۱	کنار گذاشتن	شیء سبک چند شیء سبک		در منطقه کاری نرمال	۱
۳	انطباق فشار زیاد	غیر همزمان،سنگین یا حجیم،با مانع یا بدون دید،انتخاب، آزاد کردن، به هم متصل شده	خم و راست شدن ۵۰٪	۱-۲ قدم	۳
۶	دقت و مواظبت فشار زیاد با مانع یا بدمن دید حرکات مبانی		خم و راست شدن کامل	۳-۴ قدم	۶
۱۰			نشست و برخاست	۵-۷ قدم	۱۰
۱۶			عبور از میان در/ بالا و پایین رفتن	۸-۱۰ قدم	۱۶

توالی حرکات کنترلی:

تعریف: این توالی شامل جابجایی دستی شیئ در مسیر کنترل شده می‌باشد و نشان دهنده حرکت شیئی است که لااقل از یک طرف به شیئ دیگر محدود باشد.

در هر توالی حرکت کنترلی، فعالیت‌های زیر را می‌توان مشاهدهنمود.:

۱- حرکت یک یا دو دست به سمت شی AB

۲- کنترل دستی شیG

۳- حرکت در مسیر کنترل شدهM

۴- زمان مجاز برای انجام کار یX

۵- مرتب نمودن شی پس از کنترل یا پس از انجام کار I

۶- برگشت به محل کار A

برای بیان توالی حرکت کنترلی الگوی زیر را خواهیم داشت:ABG MXI A
پارامترهای A,B,G تعاریف گفته شده در توالی عمومی را دارند.
Mحرکت کنترلی:
این پارامتر کلیه حرکات و اعمال کنترل شده دستی که شی در یک مسیر هدایت می‌شود را در بر می‌گیرد.
X زمان فرآیند:
این پارانتر بخشی از کار کنترل است که به وسیله یک فرآیند مشخص و یا توسط ماشین انجام می‌گیرد و عملیات دستی در آن دخالت ندارد.
I ردیف کردن:
این کار عملیات دستی را که پس از حرکات کنترلی (M) یا در پایان زمان انجام فرآیند (X) جهت مرتب کردن کامل شیء انجام می‌شود را شامل می‌گردد.
جدول زیر مربوط به توالی حرکات کنترلی است.

توالی حرکات کنترلی ABGMXIA						
اندیس	I	X			M	
	ردیف کردن	زمان عملیات			حرکات کنترلی	
	میزان کردن	ساعت	دقیقه	ثانیه	هندلی	چرخاندن، کشیدن، هل دادن
۱	به یک نقطه	۰.۰۰۰۱	۰.۰۱	۰.۵	-	
۳	به دو نقطه<۱۰ سانتی متر	۰.۰۰۰۴	۰.۰۲	۱.۵	۱	۳۰ سانتیمتر > جازدن و بیرون کشیدن مقاومت کنترل زیاد دو مرحله کار < ۳۰ سانتیمتر
۶	به دو نقطه>۱۰ سانتی متر	۰.۰۰۰۷	۰.۰۴	۲.۵	۳	دو مرحله کار> ۳۰ سانتی متر
۱۰		۰.۰۰۱۲	۰.۰۷	۴.۵	۶	۳-۴ مرحله
۱۶	دقت - درستی - صراحت	۰.۰۰۱۹	۰.۱	۶	۱۱	

توالی استفاده از ابزار

تعریف:

توالی استفاده از ابزار بیانگر فعالیت های انجام شده توسط ابزار های دستی بوده و همچنین در بعضی موارد برخی از کار های فکری را شامل می شود.

البته فعالیت های مرتبط با ابزار را میتوان به وسیله مدل های توالی حرکات عمومی و کنترلی بیان نمود ولی به جهت کاربرد زیادی که دارد به صورت مستقل مورد بررسی قرار گرفته است.

استفاده از ابزار یک توالی ثلبت را در بر میگرد که در ۵ فعالیت اصلی زیر خلاصه می شود:

۱- گرفتن شیء یا ابزار
۲- قرار دادن شیء یا ابزار در محل کار
۳- استفاده از ابزار
۴- کنار گذاشتن شیء یا ابزار
۵- برگشتن به محل کار

برای بیان توالی استفاده از ابزار با توجه به ۵ فعالیت فوق پارامتر هایی تعریف شده است. این پارامتر ها تحت عنوان مدل توالی استفاده از ابزار به صورت زیر نوشته می شود:

ABG ABP/ استفاده از ابزار/ABP A´

فضای خالی در بین مدل توالی به منظورجایگذاری یکی از پارامتر های استفاده از ابزار است که در ادامه توضیح داده شده است.

F بستن:

این پارامتر بیانگر مونتاژ مکانیکی یک شیء به شیء دیگر است که در آن انگشتان دست یا یک وسیله دستی استفاده شود.

L جدا کردن:

این پارامتر به تفکیک مکانیکی یک شیء از شیئی دیگر اشاره می کند که دست یا یک وسیله دستی مورد استفاده قرار می گیرد.

C بریدن:

این پارامتر بیانگر کار های دستی شامل جدا کردن، تقسیم کردن و بریدن شئ بوده و در آن از ابزار دستی استفاده می شود.

S عملیات روی سطح:

پارامتر شامل برداشتن مواد و قطعات نا خواسته از روی شئ (براده برداری) و همچنین پرداخت کاری ، سوهان کاری و... می باشد.

M اندازه گیری:

این پارامتر جهت تعیین کردن مشخصه فیزیکی معینی به کار می رود. جهت اندازه گیری لازم است از ابزار استفاده شود.

R ثبت کردن:

این پارامتر فعالیت های دستی که بوسیله مداد، قلم، گچ یا سایر ابزار ثبت اطلاعات انجام می شود را در برمی گیرد.

T فکر کردن، خواندن

این پارامتر به فعالیت های چشم و فعالیت های فکری به منظور خواندن اطلاعات و یا بررسی یک شئ اشاره می کند.

توالی استفاده از ابزار ABPA ABGABP

اندیس	T			R			M	S			C				اندیس
	خواندن		بازرسی	نوشتن		مارکر	اندازهگیری	پاک کردن	تمیز کردن با پارچه	تمیز کردن با هوا	برش	کوتاه کردن	قطع کردن	گرفتن	
	چشمها		چشمها انگشتان	مداد		مارکر	اسباب و وسایل اندازه گیری	پارچه	برس	نازل	چاقو	فیچی	انبر دست		
	متنی از کلمات	ارقام	نقاط	ارقام	کلمات	ارقام	CM(in) M(FT)				ضربه	برش	سیم		
1	3	1	1	1		چک مارک						1	نرم	گرفتن	1
3	8اندازه گیری	3	3	2		1 خط نشانه					1	2	متوسط	پیچیدن، خم شدن	3
6	15	6	5	4	1	2			1شی کوچک	1 نقطه گودال حفره		4	سخت		6
10	24	12	9	6		3	فرمان پروفیل	1				7			10
16	38 مقدار حاصل از جدول اول			9	2	5	مقیاس ثابت کالیبر ۳۰ سانتیمتر	2	2	3		11			16
24	54			13	3	7	فرمان فیلر		3	4		15			24
32	72			18	4	10	متر فولادی دو متری، میکرومتر عمق سنج	5	5	7		20			32
42	94			23	5	13	میکرومتر ۱۰ سانتیمتری OD	7	7	10		27			42
56	119			29	7	16	میکرومتر ۱۰ سانتیمتری OD					33			56

توالی استفاده از ابزار ABPA ABGABP											
اندیس	بستن یا باز کردن										اندیس
	حرکت ابزار	حرکت بازو				حرکات مچ				حرکت انگشت	
	قطر پیچ	ضربه زدن	هندلی	جایگذاری	چرخشی	ضربات	هندلی	جایگذاری	چرخشی	محوری	
	آچار قوی(بلند)	دست، چکش	آچار، آچار آلن، آچار جغجغه	آچار، آچار آلن	آچار، آچار T	دست، چکش	آچار، آچار آلن، آچار جغجغه	آچار، آچار آلن	آچار، آچار آلن، آچار جغجغه، آچار T	انگشتان پیچ گوشتی	
1										1	1
3	6mm 1.4 °	1		1		3	1	1	1		3
6	25mm 1 °	3	1		2	6	3	2	3	3	6
10		5	2	2	4	10	5	3	5	8	10
16		8	3	3	6	16	8	5	9	16	16
24		12	5	4	9	23	11	8	13	25	24
32		16	6	6	12	30	15	10	17	35	32
42		21	8	8	15	39	20	13	23	47	42
54		27	11	10	20	50	25	17	29	61	54

۴-۶ : در این مرحله باید درصدهای بیکاری مجاری بنام الونس تعیین گردند که کلیه موارد مربوط به تاخیرات و خستگیهای ناشی از اثر کار و سایر موارد دیگر را بپوشاند. انواع تنشهای مورد محاسبه عبارتند از:

۱- تنشهای فیزیکی شامل :

۱- میانگین نیروی اعمال شده. ۲- وضعیت قرار گرفتن بدن. ۳- سیکل کوتاه. ۴- لباس و پوشش محدود کننده

۲- تنشهای فکری شامل:

۱-تمرکز / نگرانی.۲- یکنواختی.۳- بینایی. ۴-سر و صدا (شنوایی)

۳- تنشهای شرایط محیط کار شامل :

۱- درجه حرارت ۲- تهویه ۳- دود و بخار ۴- گرد و غبار ۵-کثیفی

کلیه تنش‌ها و همچنین تنش نیروی اعمال شده (بر سه مبنای شدت کوشش کم ، متوسط و زیاد) با تشخیص فرد زمانسنج مشخص و عدد امتیاز مربوطه از جداول پیوست استخراج شده و در ستونهای مربوطه در فرم تعیین الوانس در آخرین ستون جمع کلیه امتیازها درج میشود .

و سپس با توجه به مجموع امتیازات درج شده درصد الونس مربوطه، از جدول (تبدیل امتیازات درصد الوانس برای آن امتیازات تشخیص یافته) مشخص شده و در ستون درصد بیکاریهای مجاز ثبت میگردد .

۶-۵ پس از مشخص شدن ضریب الونس ، زمان استاندراد مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

زمان استاندراد = زمان نرمال × ۱/ (۱- الونس)

پس از محاسبه کلیه زمانهای استاندارد اجزاء کاری، در قسمت زمان استاندارد این ایستگاه جمع کل زمانهای استاندارد درج میگردد

نکته:

فرد زمانسنج میبایست کلیه اطلاعات موجود در فرم زمانسنجی از قبیل :نام قطعه، جنس، وزن، نام عملیات، زمان شروع و پایان زمانسنجی و.. وارد نمایید.

نحوه محاسبه و جداول مورد استفاده در محاسبه امتیاز الونس

– در خصوص استفاده از حد اول متوسط نیروی اعمال شده در صورت (کارهایی از قبیل: عملیات پدال پایی، حمل بار که از شاخه آویزان باشد، تنش کم) و (کارهایی از قبیل بیل زدن، انداختن، تاب خوردن، حرکات ریتمی، جابجایی و حمل بار ساده، تنش متوسط) و (کارهایی از قبیل برداشتن قطعه بصورت عمده و پیوسته، اعمال نیروی پیوسته، برداشتن بار به طرز نامناسب یا موقعیت نامناسب، انجام عملیات در شرایط داغ مانند عملیات ذوب فلز) تنش زیاد استفاده می‌گردد.

تنش متوسط ، امتیازات برای متوسط نیروی اعمال شده

پوند	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	3	6	8	10	12	14
10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
20	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33
30	34	35	36	37	38	39	39	40	41	41
40	42	43	44	45	46	46	47	48	49	50
50	50	51	51	52	53	54	54	55	56	56
60	57	58	59	59	60	61	61	62	63	64
70	64	65	65	66	67	68	69	70	70	71
80	72	72	72	73	73	74	74	75	76	76
90	77	78	79	79	80	80	81	82	82	83
100	84	85	86	86	87	88	88	88	89	90
110	91	92	93	94	95	95	96	96	97	97
120	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100
130	101	101	102	102	103	104	105	106	107	108
140	109	109	109	110	110	111	112	112	112	113

تنش کم ، امتیازات برای متوسط نیروی اعمال شده

پوند	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	3	6	7	8	9	10
10	11	12	13	14	14	15	16	16	17	18
20	19	19	20	21	22	22	23	23	24	25
30	26	26	27	27	28	28	29	30	31	31
40	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37
50	38	38	39	39	40	41	41	42	42	43
60	43	43	44	44	45	46	46	47	47	48
70	48	49	50	50	50	51	51	52	52	53
80	54	54	54	55	55	56	56	57	58	58
90	58	59	59	60	60	60	61	62	62	63
100	63	63	64	65	65	66	66	66	67	67
110	68	68	68	69	69	70	71	71	71	72
120	72	73	7	73	74	74	75	75	76	76
130	77	77	77	78	78	78	79	80	80	81
140	81	82	82	82	83	83	84	84	84	85

تنش زیاد ، امتیازات برای متوسط نیروی اعمال شده

پوند	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	3	8	11	13	15	17	18
10	20	21	22	24	25	27	28	29	30	32
20	33	34	35	37	38	39	40	41	43	44
30	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55
40	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
50	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
60	76	76	77	78	78	79	80	81	82	84
70	85	86	87	88	88	89	90	91	92	93
80	94	94	95	96	97	98	99	100	101	101
90	102	103	104	105	105	106	107	108	109	110
100	110	111	112	113	114	115	115	116	117	118
110	119	119	120	121	122	123	124	124	125	126
120	127	128	128	129	130	130	131	132	133	134
130	135	136	136	137	137	138	139	140	141	142
140	142	143	143	144	145	146	147	148	148	149

وضعیت قرار گرفتن بدن

شرح	امتیاز
نشستن سهل	0
نشستن نامناسب و یا ترکیب دو حالت نشسته و ایستاده	2
ایستادن و یا آزادانه راه رفتن	4
بالا و پایین رفتن از پله بدون نرده	5
ایستادن یا راه رفتن با بار	6
بالا یا پایین رفتن از پله ، خم شدن ، برداشتن، کشیده شدن بدن بعات خم شدن	8
برداشتن نامناسب ، مثال (ریختن شن در کانتینر)	10
خم شدن ، برداشتن، کشیدن بدن ، به عقب خم شدن بصورت پیوسته	12

سیکل کوتاه	
میاتگین سیکل زمانی (برحسب درصد دقیقه)	امتیاز
۱۷-۱۶	1
۱۵	2
۱۴-۱۳	3
۱۲	4
۱۱-۱۰	5
۹-۸	6
۷	7
۶	8
۵	9
کمتر از ۵	10

پوشش محدود کننده	
شرح	امتیاز
دستکش پلاستیکی نازک	1
دستکش مورد استفاده در خانه / پوتین لاستیکی	2
عینک حفاظ دار	3
دستکش صنعتی یا چرمی	5
ماسک صورت	8
لباس نسوز	15
پوشش محافظ محدود کننده و دهان بند طبی	20

تمرکز / نگرانی	
شرح	امتیاز
بسته بندی عادی، شستشوی ماشین توسط کارگران	1
بار دادن ابزار/ کنار گزاردن دست از پرس	2
مونتاژ انباشته های کوچک	4
بازرسی ساده	5
بار دادن دستی به پرسی	6
بازرسی قطعات ریز	7
جا دادن و پرداخت کردن	8
طارهای مونتاژی پیچیده	10
علامت گذاری با دقت خیلی زیاد	15

یکنواختی	
شرح	امتیاز
سرگرم کار بودن دو نفر در یک شغل	0
اپراتور در کار تکراری	5
بازرسی عادی	6
جمع کردن ستونهای مشابه اعداد	8
یک اپراتور روی یک کار خیلی تکراری به تنهایی کار می کند	11

تنش بینایی	
شرح	امتیاز
کار طبیعی	0
بازرسی عیوبی که براحتی دیده می شوند	2
بازرسی متناوب برای عیوب کوچک و خرد	4
خواندن متن در حال حرکت	8
جوشکاری	10
بازرسی بصورت پیوسته	۱۴

تنش سر و صدا	
شرح	امتیاز
کارخانه با مونتاژ ساده و آسان	0
بخش ساده ماشینی	2
دپارتمان ماشینی مربوط به کارهای چوبی	4
ضربه زدن در کارگاه آهنگری	5
مته کردن جادهها	10

تنش درجه حرارات و رطوبت			
رطوبت	درجه حرارت		
	تا ۲۴ درجه	۲۵ تا ۳۲ درجه	بالای ۳۲ درجه
تا ۷۵	۰	۶-۹	۱۲-۱۶
۸۵-۷۶	۱-۳	۸-۱۲	۱۵-۲۶
بالای ۸۵	۴-۶	۱۲-۱۷	۲۰-۳۶

تهویه	
شرح	امتیاز
شرایط مانند ادارات	0
تهویه قابل قبول ولی تا حدی خشک	1
کارگاههای خشک	3
کارکردن در مجرای فاضلاب	14

دود و بخار	
شرح	امتیاز
شرایط مانند ادارات	0
تهویه قابل قبول ولی تا حدی خشک	1
کارگاههای خشک	3
کارکردن در مجرای فاضلاب	14

گرد و غبار	
شرح	امتیاز
شرایط مانند ادارات	0
جلا دادن فلز	1
اره کردن چوب	3
غبار جوش	6
تخلیع سیمان	11
تخریب ساختمان	12

کثیفی	
شرح	امتیاز
شرایط مانند ادارات	0
محیط دارای گرد و غبار	2
تمیز کردن موتور احتراقی	4
کار در زیر وسیله نقلیه	5
بستن بسه سیمان	7
معدن زغال سنگ	10

امتیازات	جدول تبدیل امتیازات درصد الونس برای کل امتیازات تخصیص یافته									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	20	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130