تعریف طرح ریزی واحدهای صنعتی

– طرح ریزی واحد های صنعتی عبارتست از برنامه ریزی ، طرح ، بهبود و پیاده سازی سیستم های متشکل از طرح استقرار و حمل و نقل مواد که حد اکثر کارایی از تلفیق آنها بدست می آید .به عبارت دیگر طرحریزی واحدهای صنعتی عبارتست از ترتیب قرار گیری ماشین آلات ، تجهیزات ، مواد و نیروی انسانی، به نحوی که حد اکثر راندمان در تولید بدست آید .

– هدف اصلی طراحی کارخانه تعیین نحوه استقرار دستگاهها و ماشین آلات و نیز قسمتهای مختلف کارخانه می باشد که با وجود یک جریان مواد مناسب و تحت کنترل میسر می شود . در واقع الگوی مناسب جریان مواد اساس قرار گیری ماشین الات در کارخانه می باشد .

اهداف طراحی کارخانه

۱)آسان کردن فرآیند تولید ۲)کاهش حجم انتقال مواد و به حداقل رساندن جابه‌جایی ها و حمل و نقل ها ۳)بالا بردن سرعت گردش مواد در جریان ساخت و ایجاد جریان مواد مناسب ٤)افزایش انعطاف پذیری کارخانه و حفظ انعطاف پذیری در ترتیب قرار گرفتن ماشین الات و عملیات ٥)پایین آوردن حجم سرمایه گذاری روی ماشین آلات و تجهیزات ٦)استفاده بهتر از نیروی انسانی ۷)استفاده اقتصادی از حجم ساختمانها، زمین و وسایل ۸)فراهم آوردن امکانات رفاه و ایمنی کارکنان ۹)کوتاه کردن زمان کل تولید

خصوصیات یک طرحریزی مناسب

۱)نقشه جریان مواد دقیقا طراحی شده باشد. ۲)حتی الامکان ماشینها در امتداد خطوطی به صورت منظم قرار گرفته باشند. ۳)راهروها و عبور گاههای افراد ، وسایل ، لیفتراک و غیره کاملا مشخص و آشکار بوده و در روی نقشه مشخص شده باشد. ٤)عملیاتی که در ارتباط با یکدیگر هستند به هم نزدیک باشند. ٥)زمان تولید کاملا مشخص بوده و یا حداقل تخمین این زمان به راحتی امکان پذیر باشد.٦)جریان مواد مستقیم بوده و برگشت به عقب و دوباره کاری در انتقال مواد و حمل و نقلهای زائد به حداقل برسد.۷)اولین فعالیت نزدیک به قسمت تخلیه بار و آخرین فعالیت نزدیک به قسمت بارگیری باشد و مواد در جریان حرکت خود در هر مرحله از قسمت تخلیه بار به قسمت بارگیری نزدیکتر شود.۸)نسبت زمان واقعی انجام عملیات به کل زمان تولید (یا به کل زمان توقف مواد و قطعات در کارخانه) حداکثر باشد .۹)با حداقل تعداد بازرسی بتوانیم بهترین کیفیت را داشته باشیم .۱۰)حجم کل انتقال مواد و مسافت انتقال به حداقل برسد همچنین حمل و نقل دستی حداقل باشد .۱۱)حجم مواد در جریان تولید به حداقل برسد یعنی انبار موجودی نیمه ساخته به حداقل برسد .۱۲)حمل و نقل مواد و انبار کردن تحت یک سیستم معین صورت گیرد و تا جایی که ممکن است از وسایل مکانیکی برای انتقال استفاده شود. ۱۳)انتقال مواد به افرادی غیر از کسانی که عملیات را انجام می دهند سپرده شود.١٤)مواد مستقیما از انبار به طرف کارگر یا ماشین آورده شود بدون اینکه در جای دیگر انبار شود.١٥)برنامه توسعه، چگونگی و محل آن مشخص شود یعنی گسترش آتی حتما در نظر گرفته شده باشد .١٦)تا جایی که ممکن است مفهوم انبار در نقطه استفاده، پیاده شود .

انواع مسائل طراحی کارخانه

۱)تغییر طرح محصول ۲)بزرگتر یا کوچکتر کردن دپارتمانها ۳)اضافه کردن و تولید محصول جدید ٤)تغییر مکان یک بخش ٥)افزودن یک بخش جدید ٦)جایگزینی و تعویض دستگاههای قدیمی ۷)تغییر در روش تولید ۸)کاهش هزینه ۹)طراحی و احداث یک کارخانه جدید

مراحل شکل گیری واحد های صنعتی

۱)بررسی و مطالعه بازار (مطالعه نیازهای مصرف کنندگان). ۲)پیش بینی فروش (برآورد میزان فروش و تغییرات فصلی و روند تغییرات درازمدت آن).۳)طراحی محصول (تعیین مشخصات و تهیه نقشه های محصول). ٤)طراحی فرآیند تولید (تعیین چگونگی تولید محصول).۵)طراحی عملیات (تعیین تعداد ماشین آلات و تجهیزات و نیروی انسانی مورد نیاز و همچنین چگونگی انجام عملیات در ایستگاهها).٦)طراحی کارخانه ۷)طراحی تجهیزات۸)طراحی ساختمانها ۹)تامین بودجه برای عملیات اجرایی۱۰)تدارکات:شامل مواد و مصالح ساختمانی، ماشین آلات و ابزارآلات ، نیروی انسانی ۱۱)عملیات اجرایی: شامل عملیات ساختمانی ، نصب ، راه اندازی ۱۲)تولید و بهره برداری ۱۳)انبارداری محصولات نهایی ١٤)توزیع ۱۵)بازاریابی ١٦)بازار پرسی: سنجش نظریات مشتریان

مراحل طراحی کارخانه (از دیدگاه Apple)

۱)جمع آوری اطلاعات اولیه ۲)تحلیل اطلاعات اولیه ۳)طراحی فرآیند تولید (opc) ٤)الگوی جریان مواد ۵)بررسی طرح کلی انتقال مواد (تحلیل کلیات روش انتقال مواد) ٦)محاسبات تجهیزات و ماشین آلات ۷)طراحی ایستگاههای کاری ۸)انتخاب ماشین آلات و تجهیزات انتقال مواد ۹)هماهنگی فعالیتهای تولیدی در یک بافت کلی با تکیه بر الگوی جریان مواد و سیستم انتقال مواد ۱۰)بررسی روابط متقابل فعالیتهای تولیدی و خدماتی و کمک تولیدی ۱۱)تعیین انبارهای مورد نیاز و مشخصات اصلی آنها ۱۲)تعیین محل فعالیتهای تولیدی و خدماتی و کمک تولیدی ۱۳)تعیین فضای مورد نیاز ١٤)تخصیص فضا به فعالیت‌ها ۱۵)بررسی نوع ساختمان‌ها ١٦)تهیه طرح اصلی کارخانه ۱۷)ارزیابی ، کنترل و تصحیح طرح باهمکاری افراد صاحبنظر ۱۸)تصویب طرح ۱۹)پیاده سازی طرح ۲۰)پیگیری در طول کار و در دوران بهره برداری

الگوریتم Reed

۱) تجزیه و تحلیل محصول یا محصولاتی که باید ساخته شوند . بکار گیری نقشه کامل محصول و قطعات ، باز کردن محصول ، عکس گرفتن از اجرا و تهیه لیست مواد و قطعات (BOM)

۲)تعیین شیوه و فرآیند ساخت قطعه

۳)تهیه نمودار استقرار ماشین آلات

٤)توازن خط تولید

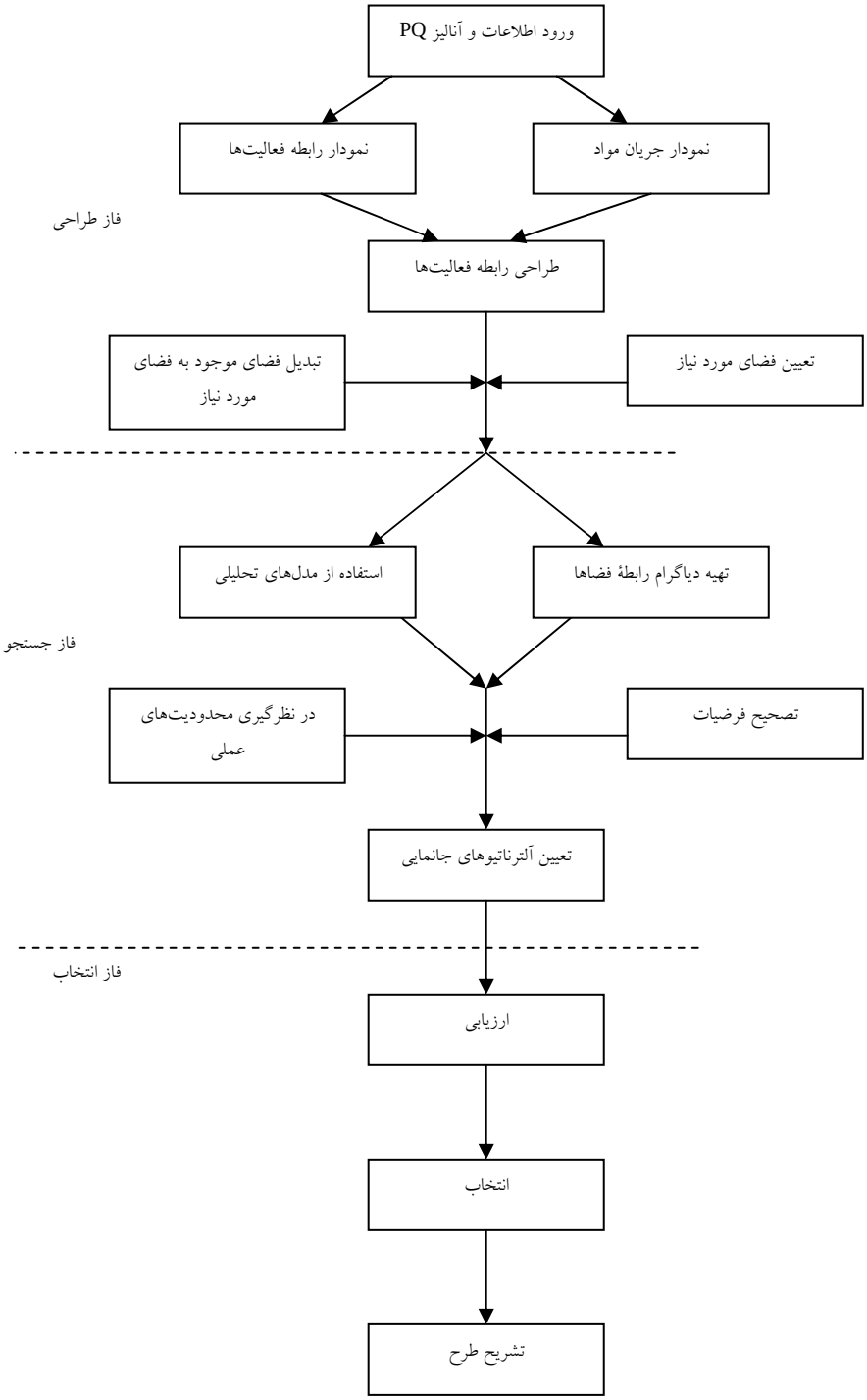
۵)تجزیه و تحلیل فضاها و انبار های مورد نیاز و نحوه حمل و نقل درون سازمانی

٦)تعیین فضاهای بخشهای اداری

۷)تعیین فضاهای امکانات رفاهی و خدماتی

نکته: این الگوریتم تنها روی طراحی محصول متمرکز است .

الگوریتم SLP (muther)



انواع منابع اطلاعاتی: ۱) خط مشی و سیاست سازمان و مدیریت

۲) مطالعات امکان سنجی

۳) آنالیز PQ

آنالیز PQ: PQRST

Q: Quantity (بررسی حجم و تعداد تولید)

P: production(بررسی تولید)

T: Time (بررسی زمان تولید)

S: Service (بررسی بخش‌های پشتیبانی)

R: Route(بررسی شیوه تولید)

جایابی محل احداث کارخانه

پارامترهای اساسی در جایابی

۱)نزدیکی ودسترسی به مواد اولیه : باعث کم شدن حمل و نقل و قیمت تمام شده می گردد مثل کارخانجات ذوب آهن که در اطراف معادن ساخته می شود. ۲) نزدیکی به بازار مصرف : باعث کم شدن حمل و نقل و قیمت تمام شده می گردد .۳)زمین مورد نیاز کارخانه و امکان توسعه آن در آینده. ٤)دسترسی به نیروی انسانی و مناسب بودن ترکیب آنها از لحاظ تخصص.۵)پستی و بلندی زمین و شکل و مقاومت خاک . ٦)تسهیلات حمل و نقل شامل راه آهن ، فرودگاه ، راه شوسه .۷)امکانات توسعه در جهت مناسب . ۸) آب و هوا و پارامترهای اقلیمی. ۹)دوری و نزدیکی به شهر. ۱۰)قیمت زمین. ۱۱)قوانین و مقررات. ۱۲)آب ، برق و سوخت.۱۳)سیاستهای خاص دولت . ١٤)مسائل دفاعی و امنیتی. ۱۵)خواست و پذیرش مردم .

تنوع مسائل جایابی

مسائل جایابی را می توان از دیدگاههای مختلف طبقه بندی نمود:

۱)از نظر تعداد وسیله ای که باید مکان یابی شود: الف) تکی (انفرادی) ب)چند تایی یا مرکب

۲) از نظر تعداد مکانهای کاندید شده : الف) انگشت شمار و محدود(جایابی گسسته) ب)نامحدود (جایابی پیوسته)

۳) از نظر تعداد پارامترهای موثر: الف) تک پارامتری ب) چند پارامتری

٤) از نظر وسائل فعلی : الف) وجود دارد ب) .وجود ندارد یا ارتباطی وجود ندارد

۵) از نظر نوع سافت : الف) خطی شکسته (متعامد) ب)اقلیدسی (خط مستقیم)

ج) مجذور فاصله مستقیم

روشهای حل مسائل جایابی

روش حل مسائل جایابی به صورت کمی یا کیفی مطرح است ، که برخی از این روشها عبارتند از : جایابی به روش امتیاز دهی ، جایابی تکی،جایابی مرکب،جایابی تخصیص و ...

مدلهای کیفی جایابی

الف) جایابی به روش امتیاز دهی

الگوریتم این روش به صورت زیر است :

۱)تهیه لیستی از پارامترهای موثر بر عمل و فعالیت وسیله یا کارخانه ۲)تهیه لیستی از اماکن کاندیدشده برای محل وسیله یا کارخانه

۳)تعیین حدودامتیاز پارامترها (مثلا ۱۰-۰) ٤)تعیین ضرایت وزنی هر پارامتر برای هم وزن کردن پارامترها

۵)جمع کل امتیازات پارامترها با توجه به ضرایب آنها ٦)اعلام محل ها با توجه به امتیاز آنها به عنوان برنده و جایگزین

مثال : با توجه به اطلاعات جدول زیر کدام مکان برای سرمایه گذاری بهتر است ؟

با توجه به امتیازات هر پارامتر، کل امتیاز هر ناحیه به صورت زیر محاسبه می شود :

پارامتهای مهم / نواحی کاندیدشده	هزینه	کارایی	ایمنی
A	۵۰	۵	٤
B	٤۰	٤.۵	۵
C	٦۵	٤	۳
ضرایب وزنی	۲	۳	۱

$$w_A = ۲\times۵۰+۳\times۵+۴=۱۱۹$$
$$w_B = ۲\times۴۰+۳\times۴.۵+۵=۹۸.۵$$
$$w_C = ۲\times۶۵+۳\times۴+۳=۱۴۶.۵$$

پس مکان C از همه مناسبتر است

مدلهای کمی جایابی

الف) جایابی تکی: جایابی تکی بعنی پیدا کردن محل یک وسیله جدید در میان وسایل فعلی به شرطی که وسائل فعلی جابه جا نشده و مجموع هزینه ها حداقل شود . فرض کنید داشته باشیم :

m= تعداد وسائل فعلی که در نقاط $p_m(a_m,b_m),...,p_2(a_2,b_2),p_1(a_1,b_1)$ مستقر شده اند.

X = مختصات وسیله جدید

$d(X,p_i)$ = مسافت بین وسیله جدید و وسیله p_i فعلی

w_i = وزن وسیله i که از حاصلضرب هزینه واحد مسافت طی شده در تعداد سفری که در واحد زمان انجام می گیرد ، بدست می آید .

F(x)= مجموع هزینه های سالیانه

در نتیجه کل هزینه حمل و نقل سالیانه مربوط به تردد بین وسائل فعلی و وسیله جدید به صورت زیر است :

$$F(x)=\sum_{i=1}^{m} w_i d(X,p_i)$$

محل بهینه جهت استقرار وسیله جدید یعنی $x=(x^*,y^*)$ بگونه ای است که F(x) را حداقل کند و برای حداقل شدن F(x) کافی است عامل مسافت حداقل شود .(مساله جایابی تک پارامتری)

انواع مسائل جایابی تکی

۱) **مسافت خطی شکسته (متعامد):** مثل جایابی در راستای راهروهای عمود برهم ۲)**مسافت مستقیم (اقلیدسی)** : مثل جابه‌جایی نقاله ای هوایی، جابه جایی های هوایی، شبکه خطوط انتقال برق۳)**مجذور فاصله مستقیم:** مثل جابجایی یک ماشین آتش نشانی ، جابجایی یک آمبولانس

۱)مسافت خطی شکسته $d(x,p_i)=|x-a_i|+|y-b_i|$

۲)مسافت خط مستقیم $d(x,p_i)=\sqrt{(x-a_i)^2+(y-b_i)^2}$

۳)مجذور فاصله مستقیم $d(x,p_i)=(x-a_i)^2+(y-b_i)^2$

مسائل جایابی تک تسهیلاتی برای حالت مسافت خطی شکسته در قالب ریاضی به فرم زیر خواهد شد :

$$\min F(x)=\min \sum_{i=1}^{m} w_i\left(|x-a_i|+|y-b_i|\right)$$

که می‌توان آنرا به صورت زیر نوشت : $\min F(x)=\min\sum_{i=1}^{m} w_i|x-a_i|+\min\sum_{i=1}^{m} w_i|y-b_i|$

با توجه به شرایط استقلال خطی مسافتها روی محور های x و y ، می توان آنها را به طور جداگانه بهینه ساخت :

$$\min f_1(x)=\min\sum_{i=1}^{m} w_i|x-a_i| \qquad \min f_2(x)=\min\sum_{i=1}^{m} w_i|y-b_i|$$

نکته : x^* بهینه با بعضی از طول نقاط موجود و y^* بهینه با بعضی از عرضهای موجود برابر است .

نکته : همواره x^* بهینه و y^* بهینه نقاط میانی هستند. به این معنا که نصف حمل و نقلها و حرکات در سمت راست x^* و نصف دیگر در سمت چپ آن قراردارد و به همین ترتیب نصف حمل و نقلها در بالای y^* بهینه و نصف دیگر در پایین y^* بهینه قراردارد که به این موضوع اصل تعادل یا اصل جاذبه گویند .

روشهای حل مسائل جابه جایی تک تسهیلاتی با مسافت خطی شکسته

۱)روش میانه ۲)تجمع اوزان ۳)روش خطوط همتراز ٤) روش ترسیمی ٥) روش برنامه‌ریزی خطی

۱) روش میانه: اساس این روش منطق محل میانی و اصل تعادل است .

الگوریتم حل: ۱)مرتب کردن مختصات تسهیلات موجود به ترتیب صعودی برای هریک از x ها و y ها که دراین حالت اعداد به اندازه وزنهایشان تکرار میشود. ۲)یافتن میانه اعداد

نکته : محل میانه محلی است که نیمی از اعداد در سمت راست و نیمی دیگر در سمت چپ آن واقع می شود. و در صورتیکه تعداد زوج باشد یک فاصله بهینه بدست می آید .

۲) روش تجمع اوزان

الگوریتم حل :۱)مختصات x یاy تسهیلات فعلی را به ترتیب صعودی در یک ستون می نویسیم (ستون مختصات) ۲)در مقابل هر مختصات وزن آن را می نویسیم ۳)در ستون آخر اوزان را به صورت تجمعی مرحله به مرحله می نویسیم ٤)جمع اوزان را بر ۲ تقسیم کرده و محل مقدار خارج قسمت را در ستون تجمع اوزان می یابیم. در این صورت با دو حالت مواجه هستیم:

الف) خارج قسمت برابر مقادیر یکی از اعداد ستون تجمع اوزان است که در این حالت x یاy بهینه متناظر با فاصله بین این اعداد و x یاy بعدی است .ب) مقدار خارج قسمت در میان دو عدد در ستون تجمع اوزان واقع می شود که در این صورت x یاy بهینه برابر x یاy متناظر با عدد بزرگتر در ستون تجمع اوزان است .

۳) روش خطوط همتراز

اگر یکی از حالات زیر رخ دهد از این روش استفاده می کنیم:

۱)نقطه بهینه دردست نباشد، یعنی نقطه بهینه بدست آمده روی یک نقطه غیر قابل استقرار واقع می گردد. ۲) نقطه بهینه برروی یکی از نقاط فعلی یعنی تسهیلات موجود منطبق شود.

• تعریف خطوط همتراز

یک خط تراز خطی است که دارای هزینه ثابتی در تمام نقاط است ، لذا استقرار وسیله جدید در هر نقطه این خط هزینه کل یکسان را نتیجه می دهد، به عبارت دیگر خطوطی هستندکه تمام نقاط هم هزینه را نشان می دهند.

• کاربرد خطوط همتراز

۱)دسترسی به محل بهینه امکان پذیر نباشد ۲)بهترین جایگزین برای نقطه بهینه را مشخص می کند ۳) بیان می دارد که در صورت انتخاب محلهای غیر بهینه چه مقدار جریمه باید پرداخت ٤)بدست آوردن نقطه بهینه

• طریقه رسم خطوط همتراز برای حالات خطی شکسته

۱)ابتدا روی دستگاه مختصات ماشینهای فعلی $(A_m,B_m),...,(A_1,B_1)$ را مشخص نموده و سپس از هر یک از نقاط به موازات محورx ها و y ها خطوطی می کشیم .۲)خطوط عمودی را از چپ به راست به ترتیب با شماره های (P،...،۲،۱)و خطوط افقی را ازپایین به بالا با شماره های (y،...،۲،۱) شماره گذاری کنید .۳)محل تقاطع محور x با j امین خطوط عمودی را با j و محل تقاطع محور y ها را با i امین خط افقی را i بنامید، ناحیه محدود شده توسط خطوط عمودی j ، j+۱ و خطوط افقی i , i +۱ را به صورت (i,j) نشان دهید .

٤) برای هر یک از خطوط عمودی و افقی مقدار مجموع w_i های آن خط را به ترتیب ، d_i,c_j بنامید .

٥)برای خطوط عمودی داریم: $m_0=-\sum_{j=1}^{p}c_j=-\sum_{i=1}^{m}w_i$

$$m_1 = m_0 + 2c_1 \quad , \quad m_2 = m_1 + 2c_2, \ldots, m_p = m_{p-1} + 2c_p = \sum_{j=1}^{m} w_j$$

و برای خطوط افقی داریم:

$$n_0 = -\sum_{i=1}^{q} d_i = -\sum_{i=1}^{m} w_i$$

$$n_1 = n_0 + 2d_1 \quad , \quad n_2 = n_1 + 2d_2, \ldots, n_q = n_{q-1} + 2d_q$$

۶) ضریب S_{ij} را برای خطوط تراز به صورت زیر محاسبه می کنیم و داخل سلول (i, j) می نویسیم

$$S_{ij} = \frac{-m_j}{n_i}$$

نکته : اگر $n_0 = 0$ حرکت کاملا عمودی و اگر $m_j = 0$ باشد حرکت کاملا افقی است .

۷)برای تعیین نقطه بهینه ٤ حالت داریم .

الف)
$$\left.\begin{matrix} m_{j-1} < 0 \\ m_j > 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow x^* cj \qquad \left.\begin{matrix} n_{i-1} < 0 \\ n_i > 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow y^* = d_i$$

ب)
$$\left.\begin{matrix} m_{j-1} < 0 \\ m_j = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow c_j \le x^* \le c_{j+1} \qquad \left.\begin{matrix} n_{i-1} < 0 \\ n_i > 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow y^* = d_i$$

ج)
$$\left.\begin{matrix} m_{j-1} < 0 \\ m_j > 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow x^* = cj \qquad \left.\begin{matrix} n_{i-1} < 0 \\ n_i = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow d_i \le y^* \le d_{i+1}$$

د)
$$\left.\begin{matrix} m_{j-1} < 0 \\ m_j = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow c_j \le x^* \le c_{j+1} \qquad \left.\begin{matrix} n_{i-1} < 0 \\ n_i = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow d_i \le y^* \le d_{i+1}$$

• ویژگی خطوط همتراز

۱)تابع باید کاملا نسبت به x و y مستقل باشد تا بتوان از این روش استفاده کرد .۲)چون تابع محدب است ، وقتی تغییر علامت داریم جواب حتما در آنجا است و الگوریتم این محل دقیقا بر اساس همین تابع محدب است.۳)هر خط هم‌تراز متناظر با هزینه خاصی است و یا برای همه هزینه های بیشتر از هزینه نقطه بهینه خط ترازی را می توان نسبت داد.٤)خطوط تراز را می توان از هر نقطه به جز نقطه بهینه رسم کرد .۵) خطوط‌تراز منحنی‌های بسته‌ای را تشکیل می‌دهد.

نکته : اگر بخواهیم خط ترازی متناظر با هزینه A رسم کنیم ، اگر A کمتراز min f(x,y) باشد در آنصورت نمی توانیم منحنی متناظر با این هزینه

را رسم کنیم اما اگر بزرگتر از min f(y) باشد ، باید نقطه ای را پیدا کنیم که مقدار تابع هدف را برابر A نماید پس یک مقدار اختیاری به x داده و y رابدست می آوریم .

۴) روش ترسیمی

در این روش شکل تابع را رسم کرده و min آنرا بدست می آوریم . تابع کلی f(x,y) از مجموع دو تابع f(x) و f(y) بوجود می آید ، پس باید f(x) و f(y) را رسم کرد و نقاط min را بدست آورد .

۵) روش برنامه ریزی خطی (L.P.M)

در این روش لازم است فرم قدر مطلق تابع هدف را تغییر دهیم . تابع هدف دارای دوقسمت مستقل از هم است که عبارتند از:

$$f(x,y) = f_1(x) + f_2(y) \qquad \Rightarrow \min f(x,y) = \min f_1(x) + f_2(y)$$

در اینجا هر روشی برای حداقل سازی $f_1(x)$ به کار می رود ، برای $f_2(y)$ نیز قابل استفاده است

نکته: اگر برای اعداد q,p,b,a شرایط زیر برقرار باشد : $p,q=0$ $p,q\geq 0$ $a-b=p+q$

آنگاه خواهیم داشت : $|a-b|=p+q$

پس میتوان تابع هدف را با اضافه کردن چند محدودیت جدید به حالت بدون قدر مطلق تبدیل کرد :

$$\min f_1(x)=w_i|x-a_i|$$

$$\min f_1(x)=w_i(p_i+q_i)$$

$$x-a_i-p_i+q_i=0 \qquad p_i,q_i\geq 0 \quad , \quad p_i\times q_i=0$$

با توجه به اینکه در روش سیمپلکس همواره یکی از متغیر ها از پایه بیرون خواهد بود (چون q و p به هم وابسته اند) و هیچگاه دو متغیر وابسته باهم در پایه ظاهر نمی شوند، می توان شرط $p_i\times q_i=0$ را حذف کرد .

مساله جایابی تک تسهیلاتی در حالت مجذور فاصله مستقیم یا مجذور فاصله اقلیدسی

در این حالت برای جایابی به جای استفاده از مسافتهای ساده ، مقدار هزینه را متناسب با مجذور مسافت هندسی بین تجهیزات وامکانات فعلی و واحد جدید، در نظر می‌گیریم.

تابع هزینه مسائل مجذور فاصله مستقیم به صورت زیر فرموله می شود: $\min f(x,y)=\sum_{i=1}^{m} w_i\left[(x-a_i)^2+(y-b_i)^2\right]$

برای محاسبه (x^*,y^*) به عنوان نقاط بهینه مشتقات جزئی تابع را صفر قرار می دهیم ، و نتیجتا داریم :

$$y^*=\frac{\sum_{i=1}^{m} w_i b_i}{\sum_{i=1}^{m} w_i} \qquad x^*=\frac{\sum_{i=1}^{m} w_i a_i}{\sum_{i=1}^{m} w_i}$$

همچنین میتوان نشان داد روابط فوق برای اینکه x^*,y^* بهینه باشند شرط لازم و کافی است .

• خطوط تراز در حالت فاصله مستقیم

با توجه به اینکه خطوط تراز منحنی هایی هستند که به ازای مقادیر متفاوتی از تابع هدف حاصل می شوند ،در مسائل مجذور فاصله مستقیم این خطوط به صورت دوایر متحد المرکز خواهد شد که مرکز آن ها نقطه بهینه (x^*,y^*) است.

چنانچه تابع هدف مساله رابرابر با k که یک عدد ثابت است قراردهیم،می خواهیم مجموعه نقاطی راپیداکنیم که دررابطه زیرصدق می کنند:

$$k=\sum_{i=1}^{m} w_i\left[(x-a_i)^2+(y-b_i)^2\right]$$

پس خطوط همتراز دوایری با مرکز (x^*,y^*) و شعاع r خواهند بودکه از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$(x-x^*)^2+(y-y^*)=r^2 \qquad x^*=\frac{\sum_{i=1}^{m} w_i a_i}{\sum_{i=1}^{m} w_i} \quad , \quad y^*=\frac{\sum_{i=1}^{m} w_i b_i}{\sum_{i=1}^{m} w_i} \quad , \quad r=\sqrt{\frac{k}{\sum_{i=1}^{m} w_i}+x^{*2}+y^{*2}-\frac{w_i\left(a_i^2+b_i^2\right)}{\sum_{i=1}^{m} w_i}}$$

مثال : در تعیین محل یک وسیله جدید بین چند وسیله موجود چنانچه فاصله ها به صورت مجذور فاصله مستقیم بیان شده باشند معادلات کانتورها دارای چه مشکلی است ؟

۱)چند ضلعی منتظم ۲) چند ضلعی غیر منتظم ۳) دایره ٤) نامشخص

حل گزینه ۳ صحیح است . معادلات کانتورها در حالت فاصله مستقیم نامشخص ، در حالت خطی شکسته چند ضلعی منتظم یا غیر منتظم و درحالت مجذور فاصله به صورت دایره ای شکل است.

مسائل جابجایی تک تسهیلاتی در حالت فاصله مستقیم (اقلیدسی)

تابع هدف این مسائل بصورت مقابل است: $\min f(x,y)=\sum_{i=1}^{m} w_i\sqrt{(x-a)^2+(y-b)^2}$

اثبات می شود برای یافتن نقاط بهینه از روابط تکرار زیر باید استفاده شود .

$$x_{(k+1)}=\frac{\sum_{i=1}^{m} a_i g_i\left(x_{(k)},y_{(k)}\right)}{\sum_{i=1}^{m} g_i\left(x_{(k)},y_{(k)}\right)} \qquad y_{(k+1)}=\frac{\sum_{i=1}^{m} b_i g_i\left(x_{(k)},y_{(k)}\right)}{\sum_{i=1}^{m} g_i\left(x_{(k)},y_{(k)}\right)} \qquad g_i(x,y)=\frac{w_i}{\sqrt{(x-a_i)^2+(y-b_i)^2}} \qquad i=1,2,...,m$$

$$x_{(0)}=\frac{\sum a_i w_i}{\sum w_i} \quad , \quad y_{(0)}=\frac{\sum b_i w_i}{\sum w_i}$$

این مراحل آنقدر تکرار می شوند که هیچ پیشرفتی برای تعیین جواب بهینه حاصل نشود ، به عبارت دیگر هیچ بهبود چشمگیری در تخمین نقطه بهینه بدست نیاید یا به عبارت دیگر شرط زیر برقرارشود: $\left|x_{(k+1)}-x_{(k)}\right|<\varepsilon \quad , \quad \left|y_{(k+1)}-y_{(k)}\right|<\varepsilon$

مثال : فرض کنید ٤ وسیله در نقاط(۰،۰)،(۱۰،۰)،(۵،۰)،(۱۲،۶) مستقر مستند ، همچنین w_i ها با هم برابر هستند ، مطلوبست تعیین نقاط بهینه وسیله جدید به شرط اینکه مسافت بین این وسیله موجود از نوع رابطه خط مستقیم باشد .

$\left(x_{(0)},y_{(0)}\right)=(۴/۲۵,۴)$

$\left(x_{(1)},y_{(1)}\right)=(۴/۰۲۳,۳/۱۱)$

$\left(x_{(2)},y_{(2)}\right)=(۳/۹۴۹,۲/۲۷)$

$\left(x_{(3)},y_{(3)}\right)=(۳/۹۳۵,۲/۳۵۸)$

$\left(x_{(4)},y_{(4)}\right)=(۳/۹۴۴,۲/۲۰۹)$

$\left(x_{(5)},y_{(5)}\right)=(۳/۹۵۸/۲۱۲۴)$

$\left(x_{(6)},y_{(6)}\right)=(۳/۹۷۱,۲/۰۷۴)$

$\left(x_{(7)},y_{(7)}\right)=(۳/۹۸۱,۲/۰۴۵)$

$\left(x_{(8)},y_{(8)}\right)=(۳/۸۷,۲/۲۷)$

$\left(x_{(9)},y_{9}\right)=(۳/۹۹۲,۲/۰۱۷)$

$\left(x_{(10)},y_{(10)}\right)=(۳/۹۵,۲/۰۱۱)$

نتیجتا با توجه به روند داریم: $(x^*,y^*)=(۴,۲)$

• خطوط تراز در حالت فاصله مستقیم اقلیدسی

در صورتی که از روش فوق برای حل مسئله استفاده شود، جواب های تکرار و نهایتاً جواب بهینه در داخل کوچک ترین چند ضلعی محدب حاصل از اتصال وسایل موجود به یکدیگر قرار می گیرد.

اگر در روش فوق جواب اولیه از روش مجذور فاصله مستقیم محاسبه شود، جواب بهینه نیز داخل چند ضلعی محدب مذکور قرار می گیرد.

مثال: در رسم منحنی های تراز برای تعیین محل یک وسیله با فرض فواصل مختصاتی:

۱) از هر نقطه غیر از نقطه بهینه می توان منحنی های تراز را رسم کرد.

۲) از هر نقطه ای می توان منحنی های تراز را رسم کرد.

۳) از هر نقطه ای غیر از نقاط موجود می توان منحنی های تراز را رسم کرد.

٤) تنها از نقاط موجود می توان منحنی های تراز را رسم کرد.

جواب: گزینه ۱ صحیح است.

جایابی چند تسهیلاتی

این نوع مسائل به معنای استقرار تعدادی از وسایل جدید در بین تسهیلات یا وسائل موجود می باشد. فرض کنید داشته باشیم:

m_i =تعداد وسائل موجود در نقاط $p_1,...,p_m$

n_j = تعداد وسائل جدید که در نقاط $x_1,...,x_n$ مستقر خواهندشد .

$d(x_j,p_i)$ = فاصله بین محل استقرار وسائل جدید j و وسائل موجود i

$d(x_j,x_k)$ = فاصله بین محل استقرار وسائل جدید j و وسائل جدید k

w_{ji} = هزینه واحد زمان (سالیانه) هر واحد مسافت بین وسیله جدید j و وسیله موجودi

V_{jk} = هزینه واحد زمان (سالیانه) هر واحد مسافت بین وسیله جدید j و وسیله جدید k

p_i = مختصات محل استقرار وسیله موجود i

$f(x_1,x_2,...x_n)$ = کل هزینه حمل و نقل مربوط به وسائل جدید مستقر در نقاط $x_1,x_2,...x_n$

بر این اساس تابع هدف به فرم زیر خواهد بود:

$$f(x_1,x_2,...,x_n)=\sum V_{jk}d(x_j,x_k)+\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m}\omega_{ji}d(x_j,p_i)$$

* جایابی چند تسهیلاتی در حالت مسافت خطی شکسته (متعامد)

$$d(x_j,x_k)=|x_j-x_k|+|y_j-y_k|$$

$$d(x_j,p_i)=|x_j-a_i|+|y_j-b_i|$$

$$f(x_1,x_2,...,x_n)=f_1(x_1,...,x_n)+f_2(y_1,...,y_n)$$

$$\text{s.t.}\quad f_1(x_1,...,x_n)=\sum_{1\le j\le k\le n}V_{jk}|x_j-x_k|+\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m}w_{ji}|x_j-a_i|$$

$$f_2(y_1,...,y_n)=\sum_{1\le j\le k\le n}V_{jk}|y_j-y_k|+\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m}w_{ji}|y_j-b_i|$$

$$\min f(x_1,...,x_n)=\min f_1(x_1,...,x_n)+\min f_2(y_1,...,y_n)$$

رویه حل برای min سازی f_1 برای f_2 نیز قابل استفاده خواهد بود.

$$\min f_1(x_1,x_2,...,x_n)=\min\sum_{1\le j\le k\le n}V_{jk}(p_{jk}+q_{jk})+\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m}w_{ji}(r_{ji}+S_{ji})$$

$$\text{s.t.}\qquad x_j-x_k-p_{jk}+q_{jk}=0 \qquad 1\le j\le k\le n$$

$$p_{jk}\times q_{jk}=0 \quad x_j-a_i-r_{ji}+s_{ji}=0 \quad r_{ji}\times s_{ji}=0 \quad p_{jk},q,r_{ji},s_{ji}\ge 0 \quad i=1,...,m \quad j=1,...,n$$

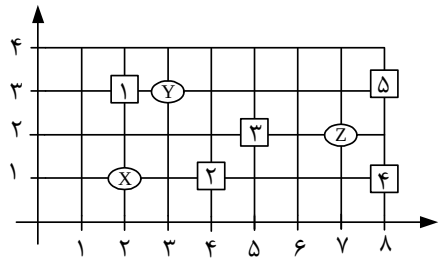
مساله فوق یک مساله LP است که دارای یک سری محدودیت خطی و یک سری محدودیت غیر خطی است ، چنانچه شرط های $p_{jk}\times q_{jk}=0$ و $r_{ji}\times s_{ji}=0$ را حذف کنیم مساله کاملا به فرم مساله برنامه ریزی خطی تبدیل می شود .

حل مسائل تخصصیص

مثال: در یک کارخانه قرار است ۳ ماشین جدید C, B, A به ماشین آلات موجود اضافه شود . اندازه واحد بار طوری است که لیفتراک در هر حرکت فقط می تواند یک محموله را حمل کند و حرکت آن داخل راهروها صورت می گیرد ، یعنی به صورت پله ای حرکت می‌کند. محلهای استقرار ماشینهای جدید در شکل با حروف z, y, x، و محل ماشین‌های موجود با شماره های ۱و۲و۳و٤و٥ مشخص شده است. همچنین جدول میزان حمل و نقل بین ماشیهای جدید و موجود نیز داده شده است. باتوجه به اینکه بین ماشینهای جدید و وجود هیچ حمل و نقلی صورت نمی گیرد، معین کنید هر ماشین جدید به کدام محل باید تخصیص داده شود ؟

جدول حمل و نقل ماشینهای جدید و موجود:

ماشینهای جدید \ ماشینهای موجود	۱	۲	۳	٤	٥
A	۲٥	۸	٤	۰	۳۰
B	۰	۷	۱۰	۱۲	۱۰
C	۸	٥	٦۰	۰	۱٦



برای یافتن هزینه، ماتریس حجم حمل ونقل رادرفاصله ضرب می کنیم:

$$\begin{bmatrix} ۲۵ & ۸ & ۴ & ۰ & ۳۰ \\ ۰ & ۷ & ۱۰ & ۱۲ & ۸ \\ ۸ & ۵ & ۶۰ & ۰ & ۱۶ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ۲ & ۱ & ۶ \\ ۲ & ۳ & ۴ \\ ۴ & ۳ & ۲ \\ ۶ & ۷ & ۲ \\ ۹ & ۶ & ۳ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۳۵۲ & ۲۴۱ & ۲۸۰ \\ ۱۹۸ & ۱۸۳ & ۹۶ \\ ۴۱۰ & ۲۹۹ & ۲۳۶ \end{bmatrix}$$

سپس برای یافتن جواب بهینه از روش مجارستانی استفاده می کنیم:

$$\begin{bmatrix} ۳۵۲ & ۲۴۱ & ۲۸۰ \\ ۱۹۸ & ۱۸۳ & ۹۶ \\ ۴۱۰ & ۲۹۹ & ۲۳۶ \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} ۹ & ۰ & ۳۹ \\ ۰ & ۷۸ & ۰ \\ ۶۱ & ۶۳ & ۰ \end{bmatrix}$$

پس نهایتا داریم : ماشین A درمحل Y، ماشین B درمحل X، ماشین C درمحل Z

هزینه کل= ۲٤۱+۱۹۸+۲۳٦=٦۷٥

مطالعه و طراحی محصول

اولین قدم در طرحریزی کارخانه شناخت نوع محصول تولیدی است. هدف از انجام مطالعه و طراحی محصول تعیین ویژگی‌های محصولی است که توسط یک واحد تولیدی ارائه می شود .

برای انجام مطالعه محصول لازم است موضوعات زیر مورد بررسی قرار گیرد :

۱)تعریف یا شناخت محصول از جنبه های مختلف اجتماعی ، اقتصادی ، ...

۲)دوره عمر محصول

۳)مهندسی محصول

٤)آنالیز یا تحلیل ارزش

۱) تعریف یا شناخت محصول از جنبه های مختلف:

در این مرحله محصول از نظر سطوح کاربردی و ساختار فیزیکی و چگونگی ترکیب مواد بکار برده شده از نظر فنی در تولید آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد همچنین مطالعه محصول از نظر اقتصادی برای حضور در بازار نیز بسیار ضروری است .

۲) دوره عمر محصول:

هر محصول دارای یک چرخه عمر پنج مرحله ای است :

۱)**تولید (معرفی)**: مصرف کنندگان ابتدا رغبت زیادی به کالای ناشناخته نشان نمی دهند . برای بعضی از اقلام مصرفی تبلیغات زیادی مورد نیاز است و شرکت مجبور به دادن تخفیف به خرده فروشان است .**۲)رشد** : حاشیه سود شرکت در این مرحله به سرعت افزایش می یابد . همچنین به دلیل کسب تجربه و اثرات فراگیر در خط تولید فشار هزینه ها کاهش می یابد .**۳)بلوغ** : در این مرحله رقابت به خوبی محسوس است و هزینه های بازاریابی افزایش می یابد و باید قیمتها شکسته شود . به عقیده پاتن در این مرحله نقش اساس را بازاریابی ایفا می کند و شرکت به دنبال تحقیق و توسعه بیشتر در مورد محصول جدید است . **٤)اشباع** : در این مرحله محصول نیاز به یک تغییر اساسی دارد، زیرا در این مرحله تقاضا برای محصول به بالاترین حد خود می رسد.**۵)نزول**: در این مرحله فروش با سرعت بیشتری کاهش می یابد ، لذا حمایت از محصول اولیه بستگی به تثبیت هزینه ها دارد . بنابراین صلاح نیست که تغییرات کوچک با هزینه زیاد در محصول به وجود آید . در این مرحله نقش حسابداری صنعتی در صرفه جویی هزینه ها بیش از هر مرحله دیگر احساس می شود .

۳) مهندسی محصول:

مهندسی محصول فعالیتی است که به منظور طراحی اولیه و یا مجدد یک محصول صورت می گیرد . به عبارت دیگر مهندسی محصول کارکردی است که به منظور تبیین و تعریف فنی محصول صورت می گیرد .

محصول باید طوری طراحی شود که خصوصیات زیر را داشته باشد .

۱) برآورده کردن خواسته ها و احتیاجات مشتریان ۲)به صورت اقتصادی تولید شود تا با قیمت مناسب به فروش برسد . ۳)کیفیت آن در حد مشخصی که از قبل تعین شده باشد .

فعالیت‌های مهندسی محصول

الف) توسعه نظریات درباره محصول جدید

۱) مرور امکانات ۲) غربال نظریات و ایده ها ۳) انتخاب شقوق امکان پذیر

ب) درک و شناخت بیشتر محصول

۱)تجسم محصول و تعیین مشخصات ظاهری۲)جمع آوری اطلاعات ۳)تحقیق بازار شامل احتیاجات مشتریان ، مشخصات عملیاتی و مشخصات فروش

ج) طراحی نمونه یا مدل

د) آزمون و ارزیابی مدل نمونه ساخته شده و آنالیز ارزش

ح) طراحی نهایی

ی) تصویب طرح

ک) ارسال اطلاعات و مجوز فنی از قسمت مهندسی محصول به قسمت تولید

ل) تعیین خط مشی و تهیه اطلاعات به فروش و خدمات محصول

م) تولید محصول به صورت آزمایشی

آنالیز ارزش

در مرحله ارزیابی مهندسی محصول فعالیتی به نام آنالیز ارزش وجود دارد که توسط کارشناسان روشهای ساخت و با مشارکت قسمت های تولید، کنترل کیفیت، خرید و برخی دپارتمانهای دیگر صورت می گیرد . این گروه از افراد محصول را از نقطه نظر ساخت به دقت بررسی می‌کنند و تغییراتی را جستجو می کنند که ساخت محصول را آسانتر و هزینه آنرا کمتر می کند . آنها قطعه به قطعه محصول را بررسی می‌کنند و درهر مورد سوالاتی را مطرح می کنند .

آنالیز ارزش یافتن راههایی است که کارکرد و قابلیت های محصولی را در سطح مورد نظر یا حتی بالاتر حفظ می کند و در عین حال هزینه تولید را کاهش می‌دهد. آنالیز ارزش قبل از مرحله ساخت صورت می‌گیرد .

ساخت یا خرید

پس از آنالیز ارزش در مورد ساخت یا خرید محصول تصمیم گرفته می شود. معمولا قطعات خریدنی به صورت موارد زیر تعریف می شوند:
۱) قطعات استاندارد که در محصولات متعددی بکار می روند.۲)قطعاتی که شرکتهای دیگر تخصص بالایی در ساخت آنها دارند.۳)قطعاتی که شرکتهای دیگر آنها را در مقیاس کلان و با هزینه کمتر تولید می کنند.٤)قطعاتی که فرآیند آنها کاملا با فرآیندهای کارخانه متفاوت است .

تجزیه و تحلیل وطراحی فرآیند

مطالعه و طراحی فرآیند عبارتست از همه فعالیتهایی که در رابطه با تحلیل محصول یا خدمات موردنظر به نیت تعیین عملیات و تجهیزات مورد نیاز صورت می گیرد .

رویه طراحی تولید

۱)طراحی محصول: تحقیق و توسعه ، طراحی ، آزمون
۲)طراحی فرآیند: تحلیل مشخصات ، بررسی های لازم در مورد ساخت یا خرید قطعات ، انتخاب مواد، انتخاب فرآیند ، تحلیل ابعاد ، تعیین عملیات ساخت، انتخاب و مشخص نمودن تجهیزات تولیدی ، مشخص نمودن ابزار آلات و تجهیزات جانبی ، تعیین توالی عملیات ، تعریف مسیر های تولید
۳)طراحی عملیات:تحلیل و طراحی روشها ، اندازه گیری و سنجش کار، استاندارد های کار ، تجهیزات مورد نیاز، نیروی انسانی مورد نیاز
٤)طراحی کارخانه ۵)نصب ٦)آزمون و تصحیح

طراحی فرآیند

بخشی ار طراحی تولید است که شامل بررسی های راجع به فرآیند واحد ، ترکیب فرآیند های واحد و انتخاب یک فرآیند مناسب می باشد ، به عبارت دیگر طراحی فرآیند عبارتست از تحلیل محصول و تعیین عملیات ساخت و دستگاههای لازم برای تولید اقتصادی و کار آمد قطعه یا محصول

فرآیند واحد

ساده ترین عملیاتی که در واقع کوچکترین جزء فرآیند را تشکیل می دهد و نوعی تبدیل مواد است که عملیات آن بدون وقفه انجام می گیرد و به عبارت دیگر برای ایجاد تغییر ساده و مشخصی برروی مواد ، قطعات و ماشین آلات انجام می شود .

مراحل طراحی فرآیند

۱) جمع آوری اطلاعات مورد نیاز:شامل نقشه های محصول و اجزای آن، مشخصات کارکردی وکیفیت،صورت موادولیست قطعات،نرخ تولید،دسترسی به قطعات (ساخت خرید)
۲) تحلیل اسناد قطعات: مشخصات قطعات، روش‌های کمکی برای تجسم قطعات، مونتاژ و مونتازهای فرعی ، مرور کار ، انتخاب مواد، مطالعه مشخصات، تحلیل ابعادی، تحلیل تلرانس، انواع فرآیند،فرآیندهای جانشین، عملیات پشتیبانی و جانبی، تهیه برگ مشخصات شرایط بحرانی، تعیین سطوح کارکردی قطعه که باید در فرآیند ساخت قرار بگیرد، محل‌های موثر در فرآیند توسعه
۳) تهیه نمودارهای مربوط به فرآیند عملیات و جداول عناصر کاری برای شناسایی و تجزیه و تحلیل عملیات :شکل و حالت تمام سطوح قطعه، تمام اجزای اضافی فرآیند ، عناصر کاری که توسط فرآیند ایجاد می شوند
٤) ترکیب فرآیندهای واحد در عملیات ساخت :طرح فرآیند واحد – گروه بندی فرآیندها
۵) قراردادن عملیات در یک سلسله منطقی :تقدم اجباری، تقدم کارکردی در ارتباط با طرح کارخانه ، حمل و نقل ، برنامه کار تجهیزات ، کاهش تلف شدگیها در ارتباط با زمان تخلیه و بارگیری و انتقال مواد

٦) جمع آوری جزئیات مربوط به تجهیزات و ابزار آلات: اطلاعات مربوط به فرآیند ، اطلاعات مربوط به ابزار آلات

۷) انتخاب و مشخص نمودن تجهیزات :تعریف مسائل انتخاب – عوامل انتخاب – انتخاب از بین گزینه ها

۸) تخمین هزینه های تولید برای هر محصول

۹) تکمیل طراحی فرآیند

۱۰) تدارک تجهیزات

۱۱) پیاده سازی

مدارک و مستندات مرحله طراحی فرآیند

برگه فرآیند عملیات

– نمودار فرآیند عملیات

– نمودار جریان

– نمودار مونتاژ

– نمودار فرآیند چند محصولی

– دیاگرام تقدم و تاخر

– جدول رابطه فعالیت‌ها

– نمودار از

– به

طراحی فرآیند

رویه‌ای که در طراحی فرآیند استفاده می‌شود همراه با تکنیک‌ها، جداول و نمودارها و... است که عبارتند از:

- عکس محصول یا ماکت آن
- لیست مواد
- لیست قطعات محصول
- لیست ماشین‌آلات مورد استفاده
- لیست ابزارآلات مورد استفاده
- برگهٔ عملیاتی
- جدول فرآیند عملیات
- جدول فرآیند عملیات ساخت و مونتاژ
- جدول فرآیند عملیات چند قطعه‌ای
- نقشهٔ باز شدهٔ محصول
- جدول فرآیند عملیات مونتاژ وضع موجود هر دستگاه کاری قبل از بالانس
- نمودار مونتاژ محصول
- نمودار تقدم وتأخر عملیات مونتاژ
- نمودار مونتاژ محصول پساز متعادل سازی
- جدول فرآیند عملیات مونتاژ هر ایستگاه کاری بعد از متعادل سازی
- نمودار جریان عملیات
- نقشه جریان

• جدول فرآیند عملیات (برگهٔ فرآیند عملیات یا برگه مسیر تولید)

این جدول مخصوص قطعات ساختنی است و تمام مراحل و عملیات‌های لازم جهت تبدیل مواد خام به یک قطعه به همراه بازرسی‌های انجام شده در مراحل مختلف را نشان می‌دهد. این جدول فقط شامل مراحل ساخت و بازرسی می‌باشد و حمل و نقل‌های انجام شده، تأخیرها و انبارها را در نظر نمی‌گیرد.

مزایای استفاده از جدول فرآیند عملیات

۱) نشان دادن توالی عملیات روی هر قطعه

۲) نشان دادن زمان استاندارد هر عمل جهت محاسبات نیروی انسانی و تجهیزات مورد نیاز و ایستگاه کاری

۳) کمک به طرح استقرار

٤) نشان دادن روش‌های تولید

۵) نشان دادن تجهیزات مورد نیاز

• برگهٔ عملیاتی

مخصوص قطعات ساختنی است که در آن اطلاعات مربوط به روند ساخت یک قطعه ثبت می‌شود و ماشین‌آلات و ابزارآلات مورد نیاز آن

فرآیند نیز یادداشت می‌شود. در بالای فرم در مکان مخصوص باید نقشهٔ استانداردی که از روی آن قطعه ساخته می‌شود، رسم شود. از جمله کاربردهای این برگه تنظیم جدول از- به برای حجم جریان بین کارگاه‌ها است.

فرق بین برگهٔ عملیاتی و جدول فرآیند عملیات

جدول فرآیند عملیات، برگه عملیاتی تکامل یافته‌ای است که بازرسی‌های حین عملیات و همچنین اطلاعات اضافه‌تری چون زمان استاندارد و تعداد ماشین و ظرفیت آنها و مقدار کارگر و مساحت مورد نیاز را نیز در برمی‌گیرد. در برگهٔ عملیات بازرسی لزوماً ثبت نمی‌شود اما در جدول فرآیند عملیات بازرسی‌هایی که در حین عملیات روی قطعه انجام می‌گیرد حتماً باید ثبت شود.

• نمودار مونتاژ

این نمودار تصویری است از ترتیب مونتاژ قطعات (با رعایت ترتیب مونتاژهای فرعی) به خط مونتاژ اصلی و چگونگی ترکیب اجزای محصول

نمادهای مورد استفاده: ○: عملیات مونتاژ □: بازرسی

• نمودار فرآیند عملیات (OPC)

این نمودار تصویری است از مراحل تولید و در آن کلیهٔ عملیاتی که روی هر قطعه انجام می‌گیرد، مشخص می‌شود. در واقع نمودار فرآیند عملیات اطلاعات مونتاژ و تولید محصول را در خود دارد.

نمادهای مورد استفاده: ○: عملیات □: بازرسی

• جدول جریان (نمودار فرآیند جریان)

کامل‌ترین وسیلهٔ نمایش کلیه فعالیت‌هایی است که بر روی یک محصول صورت می‌پذیرد. در این نمودار (جدول) نسبت به نمودار فرآیند عملیات اطلاعات اضافه‌تری چون حمل و نقل، انبار و تاخیرها مشخص است.

نمادهای مورد استفاده

○: عملیات □: بازرسی ⇒: حمل و نقل D: تأخیر

∇: انبار ◻: فعالیت‌های مرکب (عملیات و بازرسی)

• نمودار فرآیند چند محصولی

در قسمت بالای این جدول لیست محصولات یا قطعات تولیدی مشخص شده و در ستون چپ از بالا به پایین قطعات نوشته می‌شود. به این ترتیب می‌توان مسیر تولید قطعات مختلف را با هم مقایسه کرد.

• دیاگرام (نقشه) جریان

این نمودار برای دنبال کردن جریان مواد در فرآیند تولید استفاده می‌شود، و نشان دهندهٔ موقعیت همهٔ فعالیت‌هایی است که در جدول جریان می‌آید یعنی عملیات، بازرسی‌ها، حمل و نقل‌ها، تأخیرها و انبارهای لازم.

اتوماسیون

اتوماسیون عبارتست از هنر کاربرد ابزار مکانیکی در ورود قطعات به ماشین و خروج آنها از ماشین: دور زدن، حرکت قطعات بین عملیات، انتقال ضایعات و انجام این کارها در زمانی برابر با زمان کار ماشین‌آلات تولید، به نحوی که بتوان تمام یا قسمتی از خط تولید را توسط دکمه‌ای از ایستگاهی کنترل کرد. اتوماسیون هم بر عملیات اتوماتیک و هم بر فرآیند تولید قطعات اتوماتیک دلالت دارد.

درجات اتوماسیون

۱) تولید به صورت سفارشی: در این روش محصول در حداقل مقدار و با بیش‌ترین قیمت تمام شده تولید می‌شود.

۲) تولید کارگاهی: در این روش محصول در حجم نسبتاً پایین و با قیمت تمام شده بالا تولید می‌گردد.

۳) تولید به صورت پیشرفته: دراین روش محصول در حجم متوسط و با قیمت تمام شده متوسط تولید می‌شود.

٤) تولید نیمه اتوماتیک: دراین روش محصول در حجم زیاد و با قیمت تمام شده کم تولید می‌شود.

٥) تولید تمام اتوماتیک: در این روش محصول در بالاترین حجم و با حداقل قیمت تمام شده تولید می‌شود.

اهداف اتوماسیون:

۱) افزایش ظرفیت تولیدی
۲) کاهش هزینه‌های مستقیم

معایب اتوماسیون:

۱) مخارج زیاد طراحی و نصب آن
۲) مشکلات نصب
۳) مشکلات سرویس و نگهداری
٤) غیر قابل انعطاف بودن حجم تولید

انتخاب و محاسبه ماشین‌آلات

عوامل مؤثر در انتخاب ماشین‌آلات

۱) تنوع کار
۲) حجم و نرخ تولید
۳) هزینه‌ها

نکته: منظور از عامل هزینه، هزینهٔ مستقیم (که در ارتباط با ماشین‌آلات، هزینهٔ استهلاک، پرسنل، انرژی، تعمیر و نگهداری و...)، هزینه‌های غیر مستقیم (هزینهٔ فضا، قطعات یدکی، خرابی، آموزش، مدیریت و...) و هزینه‌های پیش‌بینی نشده (هزینه‌های کنترل تولید، متغیر در هزینه‌های سربار و...) می‌باشد.

مراحل انتخاب ماشین‌آلات

۱) مشخص کردن عملیات ساخت

۲) تعیین کلیات نحوهٔ استقرار تجهیزات

۳) تعیین درجهٔ اتوماسیون

از نظر درجهٔ اتوماسیون، ماشین‌آلات به چند دسته تقسیم می‌شوند:

الف) ماشین‌های دستی

ب) ماشین‌های نیمه دستی یا نیمه اتوماتیک

ج) ماشین‌های اتوماتیک

د) ماشین‌های تمام اتوماتیک یا کنترل اتوماتیک

٤) تعیین درجهٔ استاندارد بودن یا قابلیت انعطاف ماشین‌آلات

الف) ماشین‌های استاندارد: ماشین‌هایی که ٪۹۰ نیاز مصرف کنندگان را پاسخ می‌دهند. ویژگی‌های آنها عبارتند از: هزینه سرمایه‌گذاری کم، عمر مفید طولانی، احتیاج نداشتن به مهارت زیاد، نداشتن مشکل تعمیرات و نگهداری نداشتن مشکلات از رده خارج شدن، هیچ موقع به صورت گلوگاه در خط تولید عمل نمی‌کنند.

ب) ماشین‌های عمومی: درجهٔ عمومیت آنها نسبت به نوع الف محدودتر است ولی نسبتاً دامنه وسیعی از نظر بارگذاری و... دارند مثال ماشین تراش.

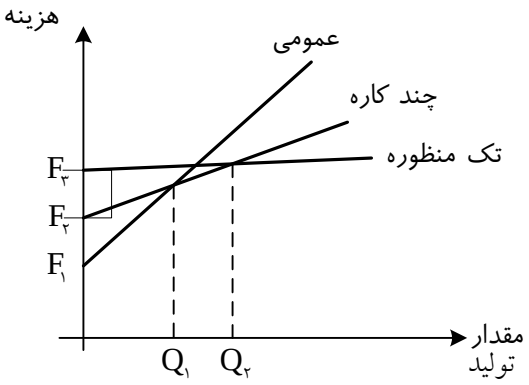
ج) ماشین‌های چند کاره: ماشین‌هایی که روی تعداد محدودی از قطعات چند کار خاص را انجام می‌دهند. یعنی برای تعداد بسیار محدودی از قطعات درجه اتوماسیون بالایی دارند. این ماشین‌ها معمولاً نرخ تولید بالایی دارند، محدوده عملیاتی آنها کم است، هزینهٔ سرمایه گذاری

معمولاً بالاتر از حالت قبل است، چون طراحی خاص دارند هزینه سرمایه گذاری بالایی دارند.

د) ماشین‌های تک کاره: این نوع ماشین‌آلات برای تیراژهای تولید خیلی بالا به کار می‌روند و هزینه سرمایه گذاری بالایی دارند.

ه) ماشین‌های تک منظوره: معمولاً وقتی ظرفیت بالا و دوره طولانی باشد از ماشین‌های تک منظوره استفاده می‌کنیم.

برای تولید به مقدار کمتر از Q_1، از ماشین‌های عمومی، برای تولید به میزان Q_1 تا Q_2 از ماشین‌های چند کاره و برای تولید بیشتر از Q_2 از ماشین‌های تک منظوره استفاده می‌شود.



تخمین خرابی در ماشین‌آلات

در رابطه با خرابی‌ها سه مقوله قابل بررسی است:

۱) قطعاتی که پس از بازرسی دور ریز تشخیص داده می‌شوند.

۲) قطعاتی که پس از بازرسی معیوب تشخیص داده ی‌شوند و نیازمند دوباره کاری هستند.

۳) قطعاتی که با توجه به موقعیت خود در هر مرحله به یک یا چند مرحله بعد یا قبل می‌روند.

عوامل مؤثر بر خرابی

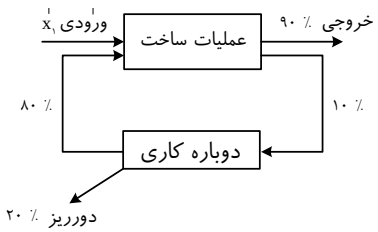
۱) نوع عملیات (دستی یا اتوماتیک): هر چه فرآیند اتوماتیک‌تر باشد درصد خرابی کمتر است.

۲) درجهٔ اتوماسیون: با افزایش درجهٔ اتوماسیون درصد خرابی کمتر می‌شود.

۳) نوع مواد: هر چه مواد سفت‌تر باشد درصد خرابی کمتر است.

٤) تلرانس‌ها: هر چه تلرانس‌ها تنگ‌تر باشد درصد خرابی بیشتر است.

مثال: تقاضای سالیانهٔ قطعه‌ای ۱۰۰۰ عدد و سیکل عملیات ساخت آن به صورت زیر است. تعداد قطعهٔ ورودی سیستم چقدر باید باشد؟



P: احتمال سالم بودن قطعه

$$P = ۰/۹ + ۰/۱\times۰/۸\times۰/۹ + \left(۰/۱۱^{۲}\times۰/۸^{۲}\right)\times۰/۹ + \ldots + (۰/۱)^{k}(۰/۸)^{k}\times۰/۹ + \ldots \Rightarrow P = \frac{۰/۹}{۱-(۰/۱\times۰/۸)} = ۰/۹۷۸$$

$$\text{تقاضا} = x_1 \times p \Rightarrow ۱۰۰۰ = ۰/۹۷۸x_1 \Rightarrow x_1 = ۱۰۲۲$$

محاسبهٔ تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز

$$\text{تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز} = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \frac{\text{تعدادی که در هر پریود لازم است}}{\text{تعدادی که هر ماشین تولید می‌کند}} = \frac{\text{مدت زمانی که برای تولید همهٔ قطعات لازم است}}{\text{مدت زمانی که یک ماشین در اختیار دارد}}$$

پارامترهای مهم:

D: تعداد مورد نیاز از هر قطعه در واحد زمان (ظرفیت یا نیاز کارخانه)

T_S: زمان مورد نیاز جهت کامل کردن عملیات هر قطعه (زمان استاندارد) که عکس آن ظرفیت یا توان ماشین (E) است.

T_C: زمان در دسترس برای تولید هر قطعه در دوره مورد نظر

α: درصد ضایعات قطعات خروجی از ماشین

β: درصد بهره‌گیری (استفاده) از ماشین (با توجه به عواملی همچون قابلیت اطمینان ماشین، تنظیم، ضریب عملکرد کارگر و...)

N: کسر تعداد ماشین مورد نیاز

E: توان ماشین، نرخ تولید در ساعت

نکته: میزان ماشین‌آلات کاملاً به نوع استقرار و نوع فرآیند بستگی دارد.

الف) تولید توسط یک ماشین (استقرار محصولی و فرآیند تک عملیاتی)

در این حالت تولید قطعه فقط توسط یک ماشین صورت می‌گیرد. اگر تنها دو عامل تقاضا و توان ماشین مدنظر باشد داریم:

$$\text{تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز} = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} \Rightarrow N = \frac{D}{E}$$

- نقش ضایعات و ضریب بهره‌وری در تعداد ماشین‌آلات:

۱) تأثیر این دو عامل در تقاضا

$D'' = \frac{D}{\beta}$ تقاضا با توجه به ضریب بهره‌وری

$D' = \frac{D}{1-\alpha}$ تقاضا با توجه به ضایعات

$$N = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \frac{D}{E(1-\alpha)\beta}$$

۲) تأثیر این دو عامل در میزان توان ماشین (E)

$E'' = E\beta$ توان با توجه به ضریب بهره‌وری

$E' = E(1-\alpha)$ توان ماشین با توجه به ضایعات

$$N = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \frac{D}{E(1-\alpha)\beta}$$

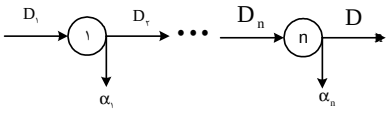
نتیجه آنکه اگر هر یک از این دو حالت پیش بیاید در نتیجهٔ کل تأثیری یکسان خواهد داشت.

ب) تولید محصول با وجود توالی عملیات (استقرار محصولی و فرآیند چند عملیاتی)

این مدل بیانگر حالتی است که باید یک سلسله عملیات متوالی انجام شود تا محصول نهایی حاصل شود. این مشخصه باعث می‌شود که ضایعات هر مرحله بعد روی مقدار مرحله قبل تأثیر بگذارد. برای انجام محاسبات کسر ماشین برای هر مرحله نیز باید ابتدا اثر ضایعات را به طور سراسری اعمال نمود و سپس اثر بهره‌وری را دخالت داد، یعنی ابتدا ورودی و خروجی هر ماشین را مشخص و سپس با توجه به ضریب بهره‌وری کسر ماشین را محاسبه نمود.

برای محاسبهٔ ورودی و خروجی هر ماشین از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود.

فرض کنید که فرآیندی شامل n مرحلهٔ متوالی است و تقاضای نهایی آن برابر با D و ضایعات هر مرحله α_i باشد پس داریم:



$$\text{ورودی} = \frac{\text{خروجی}}{۱-\alpha\%} \Rightarrow D_n = \frac{D}{۱-\alpha_n}$$

$$D_{n-۱} = \frac{D}{(۱-\alpha_n)(۱-\alpha_{n-۱})}$$

$$\vdots$$

$$D_i = \frac{D}{\prod_{j=i}^{n}(۱-\alpha_j)} \quad \text{اگر} \quad \prod_{j=i}^{n}(۱-\alpha_j) = \alpha_i' \Rightarrow D_i = \frac{D}{۱-\alpha_i'}$$

$$\vdots$$

$$D_۱ = \frac{D}{\prod_{j=۱}^{n}(۱-\alpha_j)} \rightarrow D = \frac{D}{۱-\alpha_۱'}$$

حال اگر ضریب بهره‌وری را نیز تأثیر دهیم برای حالت i داریم:

$$D_i'' = \frac{D}{(۱-\alpha_i')\beta_i}$$

نهایتاً داریم:

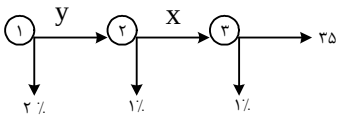
$$N_i = \text{کسر ماشین مورد نیاز برای مرحلهٔ } i = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \frac{D_i''}{E_i} = \frac{D}{E_i(۱-\alpha_i')\beta_i}$$

که در آن E_i= توان ماشین در مرحلهٔ i ام

مثال: جدول زیر را در نظر بگیرید، مقدار x و y کدامند؟

شماره عملیات	تعداد قطعه مورد نیاز	درصد ضایعات	ظرفیت ماشین	تعداد ماشین به طور تئوریک
۱	y	۲	۴۰	Z
۲	x	۱	۴۰	V
۳	۳۵	۱	۴۰	T

حل



$$x = \frac{۳۵}{۱-۰/۰۱} = ۳۵/۳۵ \quad , \quad y = \frac{۳۵/۳۵}{۱-۰/۰۱} = ۳۵/۷۱$$

چ) تولید چند قطعه توسط یک ماشین با وجود زمان آماده سازی (استقرار فرآیندی و تک عملیاتی)

در این مدل به جز زمان استاندارد عملیات باید زمانی را هم برای راه‌اندازی ماشین درنظر گرفت. این زمان به دلیل وجود عملیاتی همچون تعویض قالب، تنظیم ماشین، روغن‌کاری و... می‌باشد.

تعداد دفعات این کار ممکن است یکبار یا بیشتر باشد. به طور خلاصه راه‌حل این مدل از فرمول زیر به دست می‌آید.

$$\text{کسر مورد نیاز} = \frac{\text{کل زمان مورد نیاز برای عملیات}}{\text{زمان در دسترس}} = \frac{\text{زمان خاص عملیات+ زمان برپایی}}{\text{زمان در دسترس}}$$

اگر حالت سادهٔ تولید تعدادی از قطعات را توسط یک ماشین در نظر بگیریم، داریم:

D_j: تقاضا برای قطعه j $j = ۱,...,n$ α: درصد ضایعات

TS_j: زمان استاندارد عملیات روی قطعه j β:ضریب بهره‌وری

TP_j: زمان آماده سازی برای عملیات روی قطعهٔ j N: کسر ماشین مورد نیاز

F_j: تعداد دفعات آماده سازی برای تولید همهٔ قطعات j TC: کل زمان در دسترس

$$D_j'' = \frac{D_j}{(۱-\alpha)\beta} \qquad j = ۱,۲,...n$$

$$N = \frac{\text{نیاز}}{\text{توان}} = \frac{\sum_{j=۱}(F_j \times TPL_j) + \sum_{j=۱}(D_j'' \times TS_j)}{TC}$$

د) تولید چند قطعه توسط چند ماشین (استقرار فرآیندی و فرآیند چند عملیاتی)

در این حالت قرار است n نوع محصول توسط m ماشین تولید شود.

p_{ij}: نرخ تولید مورد نیاز برای محصول i که روی ماشین j صورت می‌گیرد (تعداد قطعه i که به ماشین j نیاز دارد)

T_{ij}: زمان مصرفی برای تولید محصول i روی ماشین j (مثلاً برحسب ساعت در هر قطعه)

C_{ij}: تعداد ساعات کار قابل دسترس در دورهٔ تولید برای تولید محصول i روی ماشین j

N_j: تعداد ماشین مورد نیاز از نوع j در هر دوره زمانی تولید

n: تعداد محصولات

$$N_j = \sum_{i=۱}^{n} \frac{P_{ij}T_{ij}}{C_{ij}}$$

تذکر: برای سادگی مدل برخی فرضیات از جمله ضریب بهره‌وری، درصد ضایعات، زمان برپایی در نظر گرفته نشده است.

نکاتی در مورد گرد کردن کسر ماشین‌آلات

در دنیای واقعی بعد از انجام محاسبات باید کسر ماشین‌آلات را گرد کرد. برای هر چه بهتر گرد کردن عدد به دست آمده سؤالات زیر مطرح است که باید بررسی شوند.

۱- چه مقدار از سیکل کاری ماشین بستگی به کار انسان دارد؟ آیا با بهتر کردن شرایط کاری به گونه‌ای که منجر به کاهش درصد ضایعات و افزایش راندمان شود یا با به کار گماردن کارگر ماهر، می‌توان ظرفیت ماشین را بالا برد؟

۲- آیا با اضافه کاری می‌توان کمبود تعداد ماشین را جبران نمود یا اضافه کاری ارزان‌تر از خرید یک ماشین اضافی خواهد شد؟

۳- آیا خوابیدن یک ماشین در صورتی که از آن ماشین فقط یک عدد داشته باشیم منجر به مختل شدن خط تولید می‌شود؟

٤- آیا روش انجام عملیات در آن عمل به خصوص می‌تواند به نحوی تغییر یابد که منجر به کاهش زمان استاندارد شود؟

٥- آیا می‌توان از وقت اضافی ماشینی که کاملاً مشغول نیست برای تولید محصولات دیگر و یا سایر کارهای متفرقه استفاده نمود؟

محاسبهٔ نیروی انسانی

مسئلهٔ تعیین نیروی انسانی شامل تعیین دو عامل کیفیت و کمیت نیروی انسانی است. در تعیین نوع (یا کیفیت) نیروی انسانی پارامترهای اساسی عبارتند از:

- نوع عملیاتی که باید انجام شود (تولیدی یا غیر تولیدی)
- سطح تکنولوژی به کار رفته در انجام عملیات
- سطح کیفیت مورد انتظار

- مسائل اقتصادی
- وضعیت اشتغال و تخصص در جامعه

همچنین در مورد کمیت نیروی انسانی هم پارامترهای زیر اثر دارند:

- زمان مورد نیاز برای انجام عملیات

محدودیت‌های فیزیکی کار

- میزان ظرفیت و شیفت کاری
- نوع تجهیزات به کار برده شده

در تعیین تعداد نیروی انسانی سه مدل ساده وجود دارد که در اینجا به آنها اشاره خواهد شد:

مدل اول: محاسبهٔ نیروی انسانی با مدل انسان- ماشین

نمودار انسان- ماشین یک مدل قیاسی است که رابطهٔ انسان- ماشین را در برابر یک محور زمان نشان می‌دهد این نمودار مخصوصاً در تحلیل واگذاری چند ماشین غیر مشابه به یک اپراتور مفید است.

اگر داشته باشیم:

a: زمان فعالیت همزمان اپراتور با ماشین

b: زمان فعالیت مستقل اپراتور

t: زمان فعالیت مستقل ماشین

n': تعداد ماشین‌های واگذار شده به یک اپراتور در حالی که هیچ یک بیکار نباشند (تعداد ایده‌آل)

m: تعداد ماشین‌های تخصیصی به یک کارگر

T_C: مدت زمان سیکل کاری

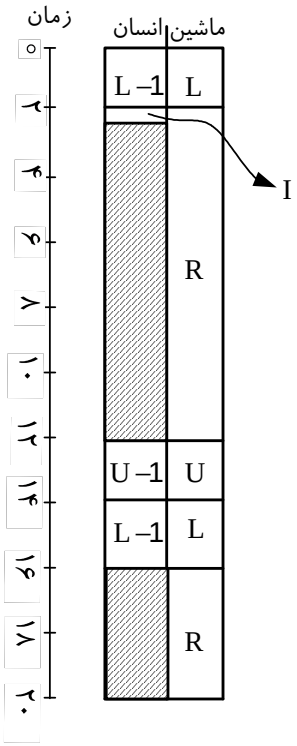
I_O: مدت زمان بیکاری اپراتور در خلال هر سیکل کاری

I_m: مدت زمان بیکاری ماشین در خلال هر سیکل کاری

$T_C(m)$: هزینهٔ هر واحد تولید شده براساس تخصیص m ماشین به یک اپراتور

C_1: هزینهٔ هر ساعت کار اپراتور

C_2: هزینهٔ هر ساعت کار ماشین



آنگاه برای محاسبهٔ n' در حالت ایده‌آل داریم:

$$n' = \frac{a+t}{a+b} = \frac{\text{زمان کار ماشین + زمان کار ماشین با اپراتور}}{\text{زمان کار اپراتور + زمان کار ماشین با اپراتور}} = \frac{\text{کل زمان کار ماشین}}{\text{کل زمان کار اپراتور}}$$

از آنجا که تعداد ماشین‌های واگذار شده به اپراتور نمی‌تواند غیر صحیح باشد، این تعداد را m و یک عدد صحیح در نظر می‌گیریم در این حالت برای m دو حالت داریم:

۱) $m < n'$ آنگاه اپراتور بیکار و ماشین کاملاً مشغول خواهد ماند لذا سیکل $a+t$ خواهد شد.

$$T_C = a+t \qquad I_o = a+t \qquad I_m = 0$$

۲) اگر $m > n'$ آنگاه اپراتور کاملاً مشغول و ماشین بیکار خواهد شد لذا سیکل $m(a+b)$ خواهد شد

$$T_C = m(a+b) \qquad I_O = 0 \qquad I_m = m(a+b)-(a+t)$$

برای محاسبهٔ هزینهٔ هر واحد تولید شده در حالت تخصیص m ماشین داریم

$$\begin{cases} n' > m & (c_1 + mc_2)\frac{T_C}{m} \Rightarrow \frac{(c_1 + mc_2)(a+t)}{m} \\ n' < m & (c_1 + mc_2)\frac{T_C}{m} \Rightarrow \frac{(c_1 + mc_2)m(a+b)}{m} = (c_1 + mc_2)(a+b) \end{cases}$$

برای یافتن میزان m وقتی n' یک عدد غیر صحیح باشد، لازم است میزان $T_C(m)$ مینیمم شود، لذا می‌توان از نسبت $T_C(n)$ به $T_C(n+1)$ برای انتخاب m استفاده کرد. که $n = [n']$

$$\phi = \frac{T_C(n)}{T_C(n+1)} = \frac{(c_1 + nc_2)(a+t)}{(c_1 + (n+1)c_2)n(a+b)}$$

نتیجتاً ۳ حالت پیش می‌آید.

$$\begin{cases} \text{اگر } \phi < 1 \Rightarrow \text{انتخاب } n \text{ ماشین} \\ \text{اگر } \phi > 1 \Rightarrow \text{انتخاب } (n+1) \text{ ماشین} \\ \text{اگر } \phi = 1 \Rightarrow \text{انتخاب } n \text{ یا } (n+1) \text{ ماشین} \end{cases}$$

مدل دوم: محاسبهٔ نیروی انسانی برای مونتاژ دستی

A_j: تعداد اپراتورهای مورد نیاز برای عملیات مونتاژ j

D_{ij}: نرخ تولید مورد نظر برای محصول i و عملیات مونتاژ j (تعداد در روز)

TS_{ij}: زمان استاندارد انجام عملیات j روی محصول i (دقیقه در هر عدد)

TC_{ij}: تعداد دقایق در دسترس در هر روز برای عملیات مونتاژ j روی محصول i

n: تعداد محصولات

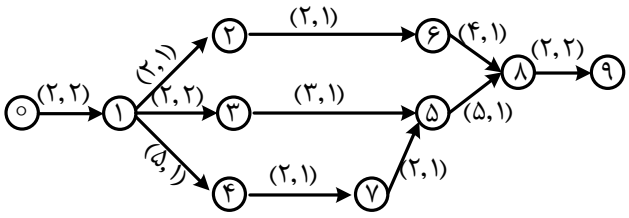
$$A_j = \sum_{i=1}^{n} \frac{D_{ij} \times TS_{ij}}{TC_{ij}}$$

مدل سوم: محاسبهٔ نیروی انسانی در حالت گروهی

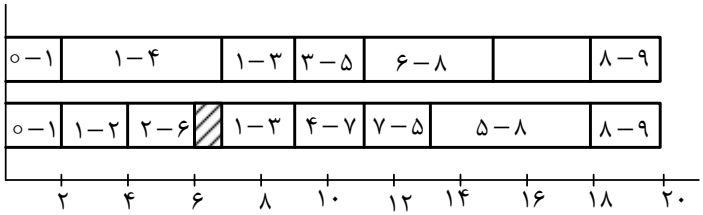
در این حالت با استفاده از الگوریتم‌های مربوط به تئوری توالی عملیات (برنامه‌ریزی تولید) یا تخصیص منابع (کنترل پروژه) می‌توان تعداد نیروی انسانی را مشخص نمود.

یک راه ساده استفاده از نمودار گانت است.

مثال: فرض کنید شبکهٔ عملیات زیر مربوط به مراحل مونتاژ یک محصول است. اگر زمان سیکل کاری ۲۰ واحد زمانی و مقادیر داخل هر پرانتز معرف (حداقل تعداد نیروی انسانی مورد نیاز، زمان) باشد، تعداد کل نیروی انسانی مورد نیاز چقدر است؟



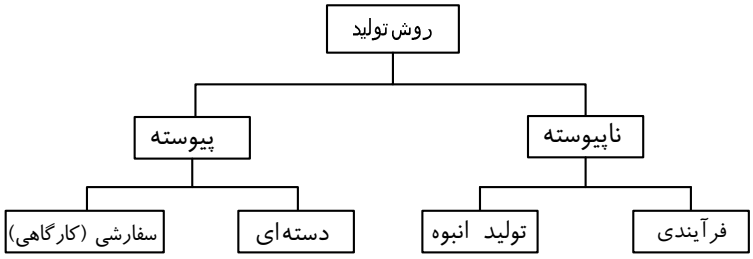
با استفاده از نمودار گانت می‌توان به سادگی این مسأله را حل نمود، اگر با توجه به اینکه بیشترین تعداد نیروی انسانی ۲ است محاسبات را از ۲ شروع کنیم داریم:



برای بهبود می‌توان جای فعالیت ۸-٦ را با فعالیت‌های ۸-۵ و ۷-۵ تعویض کرد تا یک واحد از بیکاری‌ها کم شده و کار هم در مدت ۲۰ واحد زمانی صورت گیرد.

تعیین نوع استقرار ماشین‌آلات

انواع روش‌های تولید



روش تولید انبوه: ورودی‌ها تنوع زیادی دارند، خروجی یک قطعه است و فرآیند مشخص است

روش فرآیندی: ورودی‌ها تنوع کمی دارند، خروجی تنوع زیادی دارد

روش دسته‌ای: در مقایسه با روش‌های تولید پیوسته حجم کمتر و در مقایسه با روش سفارشی حجم بالاتری را در بر می‌گیرد. در این روش باید بعد از تولید هر دسته قالب را برای تولید محصولات جدید تعویض کرد، لذا تعداد محصولات هر دسته نباید از تعدادی کمتر شود.

روش سفارشی یا کارگاهی: تنوع محصولات تولیدی زیاد ولی حجم هر نوع کم است.

انواع مختلف استقرار ماشین‌آلات:

۱) استقرار محصولی

۲) استقرار فرآیندی

۳) استقرار محل ثابت

۱) استقرار براساس محصول یا سری سازی

در این روش ماشین‌آلات در یک جا و به ترتیب انجام عملیات بر روی محصول چیده می‌شوند.

مزایا:

۱) کاهش تعداد دفعات بازرسی

۲) جریان منطقی و پیوستهٔ مواد و ترتیب مشخص عملیات

۳) تخصیص آسان کارها به کارگران

٤) کاهش حجم مواد در جریان ساخت

۵) فضای کمتر تولید

٦) کاهش حمل و نقل‌ها و برگشت به عقب‌ها

۸) کاهش امکان گم شدن مواد

۹) لزوم سطح پایین مهارت کارگران

۱۰) سهولت نظارت و کنترل

۱۱) کاهش هزینه‌های متغیر تولید

معایب:

۱) احتمال بالا رفتن میزان سرمایه گذاری به دلیل تکرار استفاده از یک ماشین

۲) افزایش قیمت تمام شده ماشین به علت بیکار ماندن ماشین در حجم تولید کم.

۳) عدم انعطاف پذیری خط در صورت تغییر نوع محصول

٤) توقف خط به علت خرابی یک ماشین

۵) تعادل خط و بهره‌گیری کامل از تجهیزات تقریباً غیرممکن است.

٦) یکنواختی کار

موارد استفاده:

۱) بالا بودن حجم تولید (تولید انبوه)

۲) طرح محصولات و قطعات استاندارد و یکسان باشد، تنوع کم باشد.

۳) میزان تولید ثابت و یکنواخت بوده و متعادل سازی عملیات و تداوم آن امکان پذیر باشد.

٤) تولیدات به سادگی قابل حمل باشند.

شرایط اصلی ایجاد خط تولید عبارت است از:

۱- تولید انبوه

۲- متعادل بودن عملیات

۳- پیوسته بودن عملیات

۲) استقرار براساس فرآیند (روش کارگاهی)

در این روش ماشین‌هایی که از نظر عملکرد مشابه هم هستند در یک محل جمع می‌شوند و کلیهٔ عملیات مشابه در آن محل انجام می‌گیرد.

مزایا:

۱- به خاطر تنوع نوع کار، انجام آن برای فرد دلپذیر است و باعث بالا رفتن مهارت می‌شود.

۲- استفادهٔ مؤثر از ماشین‌آلات در سطح تولید کم یا متوسط

۳- سرمایه گذاری کمتر روی ماشین‌آلات به علت عدم استفاده از ماشین‌های مشابه و جلوگیری از خرید مجدد ماشین‌های مشابه

٤- عدم توقف تولید با از کار افتادن یک ماشین به علت وجود ماشین‌های مختلف تولیدی

۵- انعطاف پذیری بالا در تخصیص کار به ماشین‌آلات و امکان تولید محصولات مختلف

٦- گسترش و توسعهٔ کارخانه با هزینهٔ کمتر

۷- آموزش نیروی انسانی

۸- امکان تغییر ترتیب عملیات

۹- به شرط برنامه‌ریزی صحیح می‌توان از وقت ماشین‌ها حداکثر استفاده را کرد و زمان وقت بیکاری ماشین‌ها را می‌توان حداقل نمود.

۱۰- انعطاف پذیری در قبال زمان تولید هر محصول و میزان کل تولید

معایب:

۱- مشکل‌تر شدن کنترل تولید و برنامه‌ریزی مخصوصاً با در نظر گرفتن مسیر حرکت‌ها

۲- افزایش میزان حمل و نقل به علت ثابت نبودن جریان تولید و بالطبع افزایش هزینه و مدت زمان حمل و نقل

۳- نیاز به فضای بیشتر

٤- افزایش زمان ساخت قطعه به علت افزایش میزان زمان تلف شده در ساخت یک قطعه، بر اثر وجود انبار موقت کالای نیمه ساخته

۵- بالا بودن هزینه‌های متغیر تولید

٦- افزایش زمان‌های آماده سازی مجدد ماشین‌آلات به علت تنوع محصولات

۷- نیاز به سطح مهارت بالای کارگران

۸- برنامه‌ریزی و حرکت مواد به خاطر تنوع سفارشات مشکل‌تر است.

موارد استفاده:

۱- محصولات متنوع باشند ۲- حجم تولید کم باشد ۳- ماشین‌آلات گران و سنگین باشند

٤- زمان انجام عملیات متغیر باشد.

۳) استقرار براساس ثبات محل

در این روش محصول به علت دارا بودن خصوصیات خاص فیزیکی در یک محل ثابت قرار می‌گیرد و اپراتورها ماشین‌آلات و قطعاتی که برای انجام پروسه مورد نیاز است را به این محل حمل می‌کنند. مثل کشتی سازی، هواپیما سازی و...، در این روش زیر مونتاژها در خط تولید یا به روش کارگاهی انجام می‌گیرد و تنها مونتاژ اصلی به روش ثبات محل است.

مزایا:

۱- بالا بودن قابلیت انعطاف پذیری و ایجاد تغییرات در طرح محصول و امکان تولید محصولات مختلف

۲- پایین بودن میزان حمل و نقل

۳- پایین بودن میزان سرمایه گذاری

٤- آسان بودن طرح زمان‌بندی و اجرا

۵- امکان تغییر نوع و ترتیب عملیات

معایب:

۱- امکان پذیر نبودن تولید انبوه

۲- عدم استفاده از این روش وقتی ماشین‌آلات بزرگ و سنگین باشند.

۳- بازده پایین‌تر نسبت به دو روش قبل

موارد استفاده:

۱- ماشین‌آلات ساده باشند

۲- قطعات محصول زیاد نباشند

۳- هزینهٔ حمل و نقل محصول بالا باشد

٤- مهارت کارگران بالا باشد

۵- تنوع محصول بالا و حجم تولید آن پایین باشد

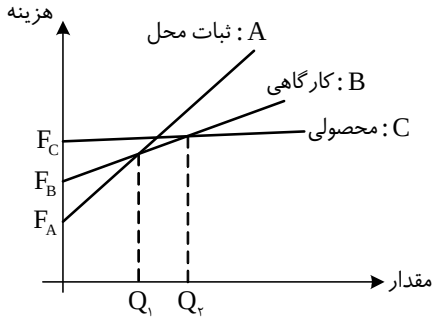
٦- ماشین‌آلات و ابزارها سبک باشند

تکنیکهای ترسیمی برای انتخاب روش استقرار

۱) نمودار C-Q (هزینه- مقدار)

F_A، F_B و F_C هزینه‌های ثابت تولید

و V_A ، V_B و V_C (شیب منحنی‌های مشخص شده) هزینه‌های متغیر تولید هستند.



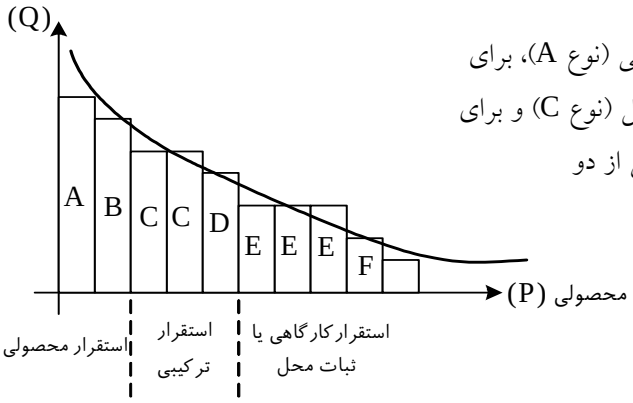
$$F_A + V_A \times Q_1 = F_B + V_B \times Q_1$$

$$F_B + V_B \times Q_2 = F_C + V_C \times Q_2$$

روش	فاصله
روش ثبات محل	$۰ - Q_۱$
روش کارگاهی	$Q_۱ - Q_۲$
روش محصولی	$Q_۲ - \infty$

۲) نمودار P-Q (محصول- مقدار)

در کارخانه‌هایی که محصولات متنوعی تولید می‌شود معمولاً درصد کمی از محصولات، درصد زیادی از حجم تولید را به خود اختصاص می‌دهند (نوع A) و به همین ترتیب محصولات نوع B و C هم درصدهای متفاوتی را به خود اختصاص می‌دهند در این صورت منحنی محصول- مقدار به صورت یک هذلولی درمی‌آید.



برای محصولات با تنوع کم و تولید زیاد از روش استقرار محصولی (نوع A)، برای محصولات با تنوع زیاد و تولید کم از روش کارگاهی یا ثبات محل (نوع C) و برای محصولاتی با تنوع و حجم تولید متوسط بسته به شرایط از ترکیبی از دو نوع روش استفاده می‌شود.

نکته: دسته‌بندی‌های ذکر شده به شکل منحنی P-Q نیز بستگی دارد. چنانچه شکل منحنی به مرکز مختصات نزدیک باشد برای محصولات ضرورتاً از چند روش استقرار استفاده می‌شود ولی اگر شکل منحنی از مرکز مختصات دور باشد و به سمت خط راست نزدیک باشد ترجیحاً از یک روش استقرار استفاده خواهد شد.

طرح‌ریزی واحدهای صنعتی

طراحی جریان مواد

تعریف: جریان مواد مسیری است که مواد و قطعات، اطلاعات و تجهیزات در یک مسیر طی می‌کنند تا عملیات تولیدی انجام و محصول نهایی آماده شود.

فوائد طراحی و برنامه‌ریزی جریان مواد

۱- افزایش کارایی تولید
۲- ساده سازی انتقال مواد
۳- استفادهٔ بهتر از مساحت کارخانه
٤- استفادهٔ بهتر از ماشین‌آلات و تجهیزات و کمتر شدن زمان بیکاری
۵- کاهش زمان در جریان فرآیند
٦- استفادهٔ بهتر از نیروی انسانی
۷- کاهش موجودی در جریان فرآیند
۸- کاهش عیب دیدگی و خسارت وارده به محصول
۹- کاهش رفت و آمدهای بی‌مورد و بیهوده
۱۰- کاهش ترافیک در راهروها
۱۱- فراهم آوردن مبانی یک طرح‌ریزی صحیح
۱۲- ساده‌سازی نظارت و کنترل
۱۳- حداقل ساختن برگشت به عقب‌ها
۱٤- بالا بردن همواری و پیوستگی جریان تولید
۱۵- بهبود برنامه‌ریزی تولید
۱٦- کاهش ازدحام
۱۷- منطقی کردن ترتیب انجام فعالیت‌ها
۱۸- اجرای تعادل خط تولید
۱۹- تسهیل فرآیند تولید

عوامل مؤثر در جریان مواد

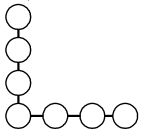
۱- حجم تولیدی
۲- تعداد قطعات تشکیل دهنده هر محصول
۳- نحوهٔ انتقال مواد
٤- تعداد عملیات ساخت و مونتاژ
۵- الگوی جریان مواد
٦- روش استقرار ماشین آلات
۷- میزان و شکل فضای موجود
۸- میزان انعطاف‌پذیری مورد نیاز

الگوهای جریان مواد

در حالت کلی الگوهای جریان مواد به دو دستهٔ افقی و عمودی تقسیم می‌شوند.

الف) الگوهای جریان مواد افقی:

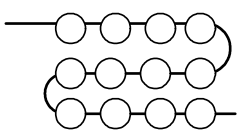
۱) الگوی جریان L شکل



۲) الگوی جریان I شکل (الگوی جریان مستقیم)

موارد استفاده: فرآیند تولید کوتاه و ساده، تعداد اجزای محصول کم، تعداد ماشین‌آلات کم.

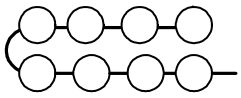
۳) الگوی جریان S شکل (زیگزاک)



موارد استفاده: فرآیند تولیدی نسبت به فضا طولانی باشد.

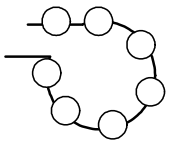
٤) الگوی جریان U شکل

موارد استفاده: تسهیلات حمل و نقل در یک سمت کارخانه باشد و یا لازم باشد



در مرحلهٔ اول و آخر تولید از وسایل مشترکی استفاده کنیم.

۵) الگوی جریان O شکل (دایره‌ای)



موارد استفاده: بخواهیم محصول نهایی دقیقاً به محل شروع عملیات باز گردد،

قسمت‌های دریافت و ارسال دقیقاً در یک محل باشد، بخواهیم از یک ماشین دوبار استفاده کنیم.

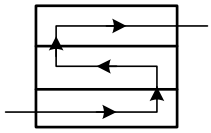
٦) الگوی جریان مختلط (نامعین)

موارد استفاده: بخواهیم کوتاه‌ترین فاصله را بین بخش های مرتبط داشته باشیم، از فضای موجود حداکثر استفاده را بکنیم.

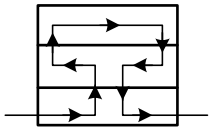
ب) الگوی جریان مواد عمودی:

این الگوها در مواقعی که ساختمان دو یا چند طبقه باشد و یا بخواهیم از فضای بالای سر برای حرکت نقاله‌ها استفاده کنیم، کاربرد دارند.

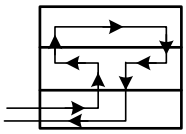
۱) ورودی و خروجی در طبقات مختلف باشند.



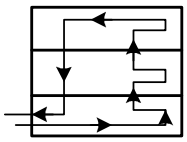
۲) ورودی و خروجی در یک طبقه باشند و در دو سمت مختلف ساختمان.



۳) ورودی و خروجی در یک طرف ساختمان و در یک طبقه.



٤) سیستم مرکزی حمل و نقل (آسانسور)



در این سیستم بر خلاف سه حالت قبل صعود متمرکز وجود دارد

یعنی حرکت بین طبقات تنها از یک سمت انجام می‌گیرد.

تجزیه و تحلیل جریان مواد

به صورت کلی دو دسته تکنیک جهت تجزیه و تحلیل مواد وجود دارد:

۱) روش‌های سنتی یا ترسیمی

۲) روش‌های تحقیق در عملیات

روش‌های سنتی (ترسیمی)

۱) استفاده از نمودار مونتاژ

فوائد استفاده از نمودار مونتاژ: از طریق استفاده از نمودار مونتاژ موارد زیر مشخص خواهد شد:

۱) قطعات تشکیل دهندهٔ محصول

۲) چگونگی و ترتیب اتصال و مونتاژ قطعات

۳) جریان و چگونگی ورود قطعات به خط مونتاژ

٤) الگوی کلی جریان مواد

۵) تصویر کلی عملیات مونتاژ

٦) نمودار اولیه جهت طرح کلی جریان مواد

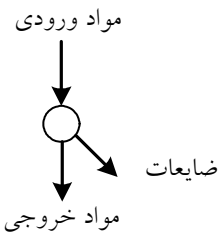
۷) مونتاژهای فرعی و ارتباط قطعات در جریان مونتاژ

۸) عملیات و قطعات مونتاژ فرعی

۲) استفاده از نمودار فرایند عملیات (OPC)

نمودار فرآیند عملیات علاوه بر تعیین ترتیب سوار کردن قطعات روی هم و مونتاژ آنها، ترتیب عملیات و بازرسی‌های فرآیند تولید محصول را نیز مشخص می‌کند. به عبارت دیگر OPC، نمودار مونتاژ تکامل یافته‌ای است که مراحل و بازرسی‌های عملیات ساخت محصول را هم نشان می‌دهد.

۳) نمودار شدت جریان



این نمودار، نمودار فرآیند عملیات تکامل یافته‌ای است که
میزان مواد ورودی، مواد خروجی و نیز ضایعات را نیز نشان می‌دهد.

٤) نمودار چند محصولی

این نمودار جهت بررسی مسیر جریان مواد بیش از یک نوع محصول یا برای انواع قطعات مختلف محصول به کار می‌رود.

مزایای استفاده از نموار فرایند عملیات چند محصولی:

۱) نمایش برگشت به عقب‌ها در کل جریان مواد

۲) تعیین میزان نزدیکی بخش‌ها به یکدیگر

۳) امکان مقایسهٔ مسیر تولید قطعات با یکدیگر

۵) شکل ریسمانی

برای آگاهی از جریان کلی مواد در کارخانه از شکل ریسمانی استفاده می‌شود. برای این منظور ابتدا نقشه‌ای از محل کارخانه با مقیاس مناسب تهیه شده و سپس مسیر حرکت هر یک از عناصر به کمک نوار، نخ یا ریسمان بر روی نقشه نشان داده می‌شود.

٦) جدول جریان یا نمودار فرآیند یا جدول جریان فرآیند عملیات

نمودار فرآیند نسبت به نمودار فرآیند عملیات حاوی اطلاعات کاملتری است که کلیهٔ عملیات و فعالیت‌های انجام شده شامل عملیات‌ها، بازرسی‌ها، حمل و نقل‌ها، تأخیرها و انبارهای لازم را برای تولید یک محصول نشان می‌دهد.

جدول جریان یا جدول فرآیند عملیات بر اساس معیاری که پر می‌شوند به سه نوع تقسیم می‌شوند:

۱) جدول فرآیند عملیات نوع مواد: بر اساس فرآیند و مسیر مواد پر می‌شود.

۲) جدول فرآیند عملیات نوع انسان: بر اساس عملیات انجام شده توسط کارگر پر می‌شود.

۳) جدول فرآیند عملیات نوع ماشین: بر اساس عملیات انجام شده توسط ماشین پر می‌شود.

۷) شکل جریان یا نقشهٔ جریان

در نقشه جریان کلیهٔ عملیات، بازرسی‌ها، حمل و نقل‌ها، تأخیرها و انبارهای لازم برای تولید محصول در روی شکلی با مقیاس مناسب از layout واقعی رسم می‌شود.

۸) نمودار فرآیند جریان (FPC)

کاملترین وسیله برای نمایش کلیهٔ فعالیت‌های انجام شده روی محصول است و از ترکیب نمودار فرآیند عملیات و نمودار فرآیند حاصل می‌شود.

۹) نمودار رویه

نمایش حرکت یا ارتباطات کتبی و شفاهی بین فعالیت‌ها، دپارتمان‌ها، افراد و نیز رابطهٔ بین جریان مواد و اطلاعات

۱۰) نمودار تقدم و تأخر

این نمودار کلیهٔ عملیات و فعالیت‌های مربوط به تولید یک محصول را در قالب یک شبکه نشان می‌دهد.

موارد استفاده: یافتن کمترین زمان لازم برای تولید محصول، استفاده جهت بالانس خط تولید و یافتن گلوگاه‌ها، ترسیم نمودار فرآیند عملیات و نمودار مونتاژ از روی آن.

نکته: روش تجزیه و تحلیل جریان مواد به حجم تولید محصول بستگی دارد. استقرار محصولی برای تولید محصولات با حجم تولید

بالا پیشنهاد می‌شوند، بنابراین نمودار مونتاژ، نمودار فرآیند عملیات و فرآیند جریان برای تجزیه وتحلیل جریان مواد و نیز حجم تولید بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

زمانی که محصولات متعدد با حجم‌های بالا و متوسط باید تولید شوند، نمودار فرآیند چند محصولی برای آزمایش روابط بین محصولات به کار می‌رود. نمودار از بهٔ، به همراه تجزیه و تحلیل استقرار فرآیندی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نتیجه وقتی که تولید محصولات اندک است این نمودار برای تجزیه و تحلیل مواد قابل استفاده است. نمودار جریان در هر دو مورد استقرار محصولی و فرآیندی و انواع آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۱) نمودار از- به (نمودار سفر)

این نمودار در طرح‌ریزی استقرار بخش‌ها، ماشین‌آلات و سیستم‌های انتقال مواد به کار گرفته می‌شود.

کاربرد نمودار از- به:

۱) مقایسهٔ طرح‌های مختلف استقرار

۲) تجزیه و تحلیل الگوی جریان مواد یا مسیر حرکت مواد

۳) تعیین محل استقرار بخش‌های مختلف کارخانه

٤) مشخص نمودن همبستگی میان فعالیت‌ها یا نشان دادن میزان وابستگی یک بخش به بخش‌های دیگر

۵) نشان دادن میزان حرکت بین فعالیت‌ها

٦) کوتاه کردن مسافت طی شده بین فعالیت‌ها

۷) کوتاه کردن سیکل تولیدی

۸) نشان دادن حجم حمل و نقل بین بخش‌های مختلف

۹) آنالیز حمل و نقل و تجهیزات حمل و نقل بین بخش‌های مختلف

فرض‌های جدول از- به:

برای استفاده از جدول از- به ۳ فرض زیر الزامی است:.

۱) استقرار ماشین آلات خطی باشد.

۲) فاصلهٔ تمام ماشین آلات از هم یکسان باشد.

۳) وزن و حجم قطعات یا محصولات یکسان باشد

برای سنجش میزان کارائی جریان مواد در جدول از- به می‌بایست یک معیار کار آمدی یا گشتاور برای نمودار از- به تعریف شود. بدین منظور ضرایب وزنی برحسب فاصله اعداد هر متر مربع نسبت به قطر در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب اعدادی که بالای قطر هستند را در عدد ۱، اعدادی که دو خانه بالای قطر هستند در عدد ۲ و... ضرب می‌کنیم و سپس برای کل مربع‌ها این محاسبات را انجام می‌دهیم. مجموع کل این اعداد یعنی جمع حرکت‌های رو به جلو و جمع حرکت‌های رو به عقب معیار کارآمدی یا گشتاور قرارگیری قسمت‌ها است.

مثال: طرح استقرار اولیه سه دپارتمان، نمودار از- به، مقدار حمل و نقل سالیانه برحسب هزارتن بین سه دپارتمان و هزینه حمل و نقل ۱۰۰۰ تن‌بار برای هر متر فاصله به شرح زیر داده شده است، حمل و نقل بین دپارتمان‌ها در راهروهای عمود بر هم صورت می‌گیرد، کل هزینه حمل و نقل طرح استقرار عبارت است از:

۱) ٤۰٦۰

	A	B	C
A	-	۱۰	۲۰
B	۱۰	-	۱۰
C	۲۰	۱۰	-

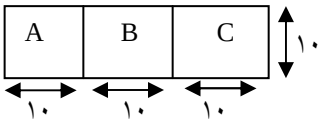
۲) ۵۲۰

	A	B	C
A	-	۵	۸
B	۵	-	۱
C	۸	۱	-

۳) ۳۸۷۰

	A	B	C
A	-	۱۰	۱۵
B	۳	-	۰
C	۵	۲	-

٤) ۳۹۲۰



مسافت هزینه هر واحد مسافت حجم حمل و نقل

ابتدا جدول میزان هزینه کل را از ضرب ۳ جدول فوق محاسبه می‌کنیم.

	A	B	C
A	–	۵۰۰	۲۴۰۰
B	۱۵۰	–	۰
C	۸۰۰	۲۰	–

جمع کلیه اعداد در روی جدول فوق میزان کل هزینه حمل و نقل را به ما می‌دهد، یعنی ۳۸۷۰.

مثال: ٤ محصول زیر به وسیله ۵ ماشین D, C, B, A و E با پروسه تولید و میزان تولید مشخص در ساعت در اختیار است، اگر قصد استقرار خطی ماشین آلات را داشته باشیم کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

محصول	فرآیند	تولید در ساعت
۱	ACBED	۸
۲	ABCDB	۱۰
۳	ACDEB	۳
٤	ABDCE	۵

۱) گشتاور کل استقرار به صورت ABCDE، ۱٤۷ است.

۲) گشتاور کل استقرار به صورت ABDCE، ۱۷۷ است.

۳) گشتاور کل استقرار به صورت ACDEB، ۱۹۵ است.

٤) گشتاور کل استقرار به صورت ACDEB، ۱٦۵ است.

حل در صورتی که استقرار را به صورت ABCDE فرض کنیم

جدول از– به آن به صورت زیر در خواهد آمد.

	A	B	C	D	E
A	–	۱۵	۱۱	۰	۰
B	۰	–	۱۰	۵	۸
C	۰	۸	–	۱۳	۵
D	۰	۰	۵	–	۱۳
E	۰	۳	۰	۸	–

– در این حالت گشتاور کل برابر است با:

۱×(۱۵+۱۰+۱۳+۱۳+۸+۵+۸)+۲×(۱۱+۵+۵)+۳×(۸+۳)+٤×۰=۱٤۷

۱۲) نمودار رابطه فعالیت‌ها (REL)

این نمودار برای تحلیل و بررسی رابطه فعالیت‌ها به کار می‌رود. در این نمودار نوعی طبقه‌بندی از لحاظ اهمیت نزدیکی فعالیت‌ها انجام گرفته تا بر اساس آن در مورد تعیین محل فعالیت‌ها تصمیم‌گیری شود. این طبقه‌بندی همراه با علائم مشخصه آن در زیر آمده است:

A ≡ مطلقا لازم U ≡ غیر مهم

E ≡ اهمیت خاص X ≡ نامطلوب

I ≡ مهم XX ≡ کاملا نامطلوب O ≡ معمولی

کاربرد نمودار رابطه فعالیت‌ها:

۱) تعیین یک ترتیب اولویت برای نمودار از– به

۲) نشان دادن ارتباط فعالیت‌ها و دلایل ارتباط آنها

۳) مبنایی برای تخصیص فضاها

٤) تعیین محل مراکز در ادارات و مؤسسات خدماتی

۵) تعیین محل مراکز خدماتی در کارخانه

٦) تعیین محل مراکز کار در قسمت نگهداری و تعمیرات

مثال: کدام گزینه در ارتباط با جدول رابطه فعالیت‌ها صحیح نیست؟

۱) نحوه ارتباط بخش‌های مختلف و مراکز اداری را نشان میدهد.

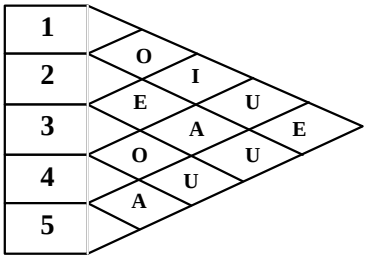
۲) این جدول نقطه شروع برای به کارگیری جدول از- به است.

۳) این جدول بهترین ترتیب استقرار بخش‌ها و مناطق کاری را نشان می‌دهد.

٤) این جدول نشان دهنده حجم حمل و نقل مابین بخش‌های مختلف کاری است.

مثال: نمودار رابطه فعالیت‌ها برای ۵ دپارتمان به شرح زیر مشخص شده است، اگر بخواهیم یکی از دپارتمان‌ها را در مرکز طرح قرار دهیم کدام یک مناسب‌تر است.

A	٦
E	۵
I	٤
O	۳
U	۲
X	۱



۱) دپارتمان ۲

۲) دپارتمان ٤

۳) دپارتمان ۵

٤) دپارتمان ۳

حل کافی است برای دپارتمان‌های ۲ و ٤ و ۵ و ۳ میزان امتیاز را محاسبه کنیم، هر دپارتمانی که بیشترین امتیاز را داشته اشد، باید در مرکز قرار گیرد تا به همه دپارتمان‌ها نزدیک باشد، با محاسبه مشخص می‌شود دپارتمان ٤ بیشترین امتیاز را دارد.

*****

جانمایی (طراحی استقرار)

تعریف: جانمایی عبارتست از تهیه الگویی برای هر یک از بخش‌ها برای نشان دادن مساحت هر بخش و سپس چیدن این الگوها به طور مناسب براساس ارتباطشان با هم که این ارتباطات می‌تواند به صورت کمی یا کیفی باشد.

انواع تکنیک‌های استقرار عبارتست از:

۱) روش‌های ریاضی ۲) روش‌های دستی (سنتی) ۳) روش‌های کامپیوتری

اطلاعات لازم جهت طراحی استقرار:

۱) اطلاعات لازم در مورد جریان مواد و نمودار از- به ۲) نمودار رابطه فعالیت‌ها

۳) فضای مورد نیاز برای هر بخش ٤) هزینه‌های حمل و نقل مواد بین بخش‌ها

روش‌های دستی (سنتی)

عمده روش‌های دستی طراحی استقرار عبارتند از:

۱) روش مارپیچی ۲) روش جدول بندی سفر

۳) روش خط مستقیم ٤) روش الگویی

۵) روش توالی تقاضا یا روش noy

۱) روش مارپیچی

این روش عبارتست از تهیه نمای ترسیمی از جریان مواد و کمک گرفتن از ان در تعیین طرح استقرار، اطلاعات مورد نیاز برای این نوع طرح استقرار عبارتست از: جدول از- به و مساحت مورد نیاز برای هر بخش. چگونگی این نوع طرح استقرار را با ذکر یک مثال توضیح خواهیم داد.

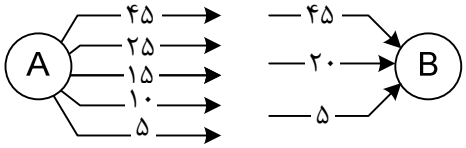
مثال: فرض کنید بخواهیم طرح استقرار کارخانه‌ای که شامل قسمت‌های مختلف است را به دست آوریم. در صورتی که میزان مساحت و جدول از- به نمایانگر ارتباطات میان بخش‌ها، به صورت جداول زیر باشند، جهت استقرار به روش مارپیچی الگوریتم زیر را دنبال می‌کنیم:

کد بخشش	A	B	C	D	E	F	G
نام بخش	دریافت	فرز کاری	پرسکاری	تراشکاری	مونتاژ	آبکاری	ارسال و انبار محصول
مساحت (m^2)	۱۲۰	۸۰	۶۰	۱۲۰	۵۸۰	۱۲۰	۸۰

	A	B	C	D	E	F	G
A	-	٤٥	۱۵	۲۵	۱۰	۵	۰
B	۰	-	۰	۳۰	۲۵	۱۵	۰
C	۰	۰	-	۰	۵	۱۰	۰
D	۰	۲۰	۰	-	۳۵	۰	۰
E	۰	۰	۰	۰	-	٦۵	۳۵
F	۰	۵	۰	۰	۲۵	-	۳۵
G	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-

قدم اول: ابتدا برای هر بخش دایره‌ای ترسیم کرده و میزان جریانات ورودی و خروجی به آن بخش را به ترتیب نزولی نشان می‌دهیم.

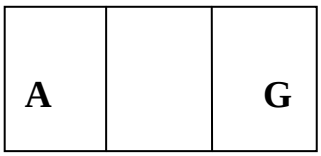
به عنوان مثال برای قسمتهای A,B داریم:



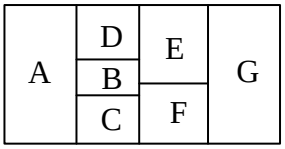
قدم دوم: سپس بخش‌های مربوط به هم را از نظر ارتباطی برحسب میزان جریان مواد به ترتیب نزولی مرتب می‌کنیم.

FG[۶۵]	AD[۲۵]	AE[۱۰]
EF[۶۵]	BE[۲۵]	CF[۱۰]
AB[۴۵]	FE[۲۵]	AF[۵]
EG[۳۵]	DB[۲۰]	FB[۵]
DE[۳۵]	AC[۱۵]	CE[۵]
BD[۳۰]	BF[۱۵]	

قدم سوم: موقعیت‌های بخش‌های دریافت و ارسال را بر روی نقشه یا مقیاس مناسب مشخص می‌کنیم.



قدم چهارم: سپس با درنظر گرفتن مساحت هر بخش و میزان ارتباطات بدست آمده در قدم دوم سایر بخشها را مستقر می نماییم.



نکته: جهت ارزیابی استقرارهای ممکن می‌توان از معیار زیر استفاده کرد.

$$\text{معیار ارزیابی} = \frac{\text{مجموع درصد جریان بخشهای غیر مجاور}}{\text{مجموع کل جریان}}$$

(هر چه معیار ارزیابی کمتر باشد بهتر است.)

ویژگی‌های روش مارپیچی:

۱) هدف این روش حداقل ساختن جریان بین بخش‌های غیر مجاور است.

۲) این روش برا ی تجسم جریان مواد مناسب است.

۳) این روش برای ارزیابی طرح‌های استقرار می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

٤) این روش، روش سیستماتیکی برای بهبود جانمایی ارائه نمی‌دهد.

۵) این روش برای بخش‌های زیاد کارایی خود را از دست می‌دهد.

۲) روش جدول‌بندی سفر

اطلاعات مورد نیاز: جدول از- به جریان مواد، جدول از- به مسافت بین بخش‌ها، مساحت بخش‌ها

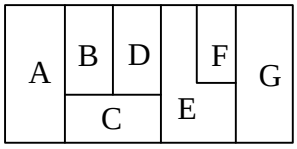
الگوریتم این روش را برای مثال قبل اجرا خواهیم نمود:

مرحله مقدماتی: در این مرحله سعی بر آن است که با روش سعی و خطا بر روی جدول از- به بهبود ایجاد نماییم تا گشتاور کل جریانات و نیز میزان برگشت به عقب‌ها حداقل شود.

در مثال قبل با جابه‌جایی ستون‌های C,B می‌توان جریان را بهبود داد، در این حالت گشتاور کل جریانات ۷۸۰ می‌شود که نسبت به حالت قبل ۷۵= ۷۸۰-۸۵۵ بهبود یافته است.

در این مرحله جابه‌جایی سطر و ستون‌ها را در نمودار از- به تا مرحله‌ای ادامه دارد تا دیگر نتوان روی آن بهبود ایجاد نمود.

مرحله اول: سپس از روی جدول نهایی از- به مرحله مقدماتی و اندازه بخش‌ها، استقرار اولیه‌ای تهیه می‌کنیم. به عنوان مثال، در مثال قبل داریم:



مرحله دوم: در این مرحله فاصله بین مراکز بخش‌ها را به صورت خطی شکسته محاسبه و در جدول مسافت می‌نویسیم.

مرحله سوم: با توجه به جدول از- به مسافت و جریان مواد حاصل‌ضرب مسافت و حجم جریان را محاسبه کرده و سعی می‌نماییم تا با تغییر استقرار و مسافت‌ها حاصل‌ضرب (حجم جریان × مسافت) را حداقل نماییم.

برای مثال قبل داریم:

	A	C	B	D	E	F	G
A	-	۱۳۰	۱۰۵	۱٤۰	۲٦۰	۲٤۰	-
C	-	-	-	-	۱۳۰	۲۵۰	-
B	-	-	-	۸۵	۲۳۵	۱۸۵	-
D	-	-	۸۵	-	۱۵۰	-	-
E	-	-	-	-	-	۱۵۰	۱۰۰
F	-	-	۱۸۵	-	۱۵۰	-	۸۰
G	-	-	-	-	-	-	-

	A	C	B	D	E	F	G
A	-	۱۹۵۰	٤۷۲۵	۳۵۰۰	۲٦۰۰	۱۲۰۰	-
C	-	-	-	٦۵۰	۲۵۰۰	-	-
B	-	-	-	۲۵۵۰	۵۸۷۵	۲۷۷۵	-
D	-	-	۱۷۰۰	-	۵۲۵۰	-	-
E	-	-	-	-	-	۹۷۵۰	۳۵۰۰
F	-	-	۹۲۵	-	۳۷۵۰	-	۵۲۰۰
G	-	-	-	-	-	-	-

جمع کل حاصل‌ضرب حجم جریان و مسافت= ۵۸٤۰۰

۳) روش خط مستقیم

الگوریتم استفاده از این روش به صورت زیر است.

قدم اول: ابتدا ماتریس قطعات که مشابه نمودار فرآیند چند محصولی است را تشکیل می‌دهیم. این ماتریس از دو بخش تشکیل شده است، قطعات و بخش‌ها، اعداد داخل این ماتریس بیانگر جریان مواد میان بخش‌ها می‌باشد. در قسمت قطعات، شماره قطعات را به ترتیب از بیشترین جریان به کمترین می‌نویسیم.

برای مشخص شدن ترتیب بخش‌ها، ابتدا قطعه‌ای را که بیشترین حجم جریان را دارد انتخاب می‌کنیم (در مثال قبل قطعه شماره ٤) سپس ترتیب ساخت آن قطعه را در نظر می‌گیریم (ABDEFG) اگر در ترتیب انتخاب شده همه بخش‌ها لحاظ شده باشد ترتیب استقرار را به همان صورت می‌گیریم و گرنه برای بخشی که مشخص نیست (در مثال بخش C) به سراغ بیشترین حجم جریان بعدی می‌روم که بخش مذکور در آن باشد و سپس ترتیب را کامل می‌کنیم. (در مثال قطعه ۳ را در نظر می‌گیریم)

قدم دوم: در روی ماتریس قطعات جریان‌های بازگشتی را مشخص می‌کنیم.

قدم سوم: جهت بهبود سعی می‌کنیم تا با تعویض بخش‌ها در ماتریس مجموع، جریان‌های بازگشتی را حداقل نمائیم.

مثال: با توجه به اطلاعات زیر، استقرار اولیه در خط مستقیم کدام است؟

قطعه	درصد حجم جریان	مسیر تولید
۱	۵۰	ABCDE
۲	۱۰	AEFBG
۳	۳۰	AFBCD
٤	۵	ABCF
۵	۵	ABEFG

با توجه به اینکه قطعه شماره ۱ دارای بیشترین حجم جریان است ترتیب آن را به عنوان ترتیب اصلی در نظر می‌گیریم (یعنی ABCDE) با توجه به اینکه در این ترتیب بخش‌های F و G لحاظ نشده‌اند برای بخش F از قطعه شماره ۳ و برای بخش G از قطعه شماره ۲ کمک می‌گیریم، نهایتا استقرار اولیه به فرم AFBGCDE در خواهد آمد.

۴) روش الگویی (دیاگرام رابطه فعالیت‌ها)

در این روش استقرار را براساس حداکثر نمودن برقراری ارتباطات براساس نمودار رابطه فعالیت‌ها انجام می‌دهیم. اطلاعات مورد نیاز برای استفاده از این روش عبارتست از: نمودار رابطه فعالیت‌ها و مساحت مورد نیاز هر بخش.

الگوریتم این روش به صورت زیر است:

قدم اول: تهیه نمودار رابطه فعالیت‌ها

قدم دوم: از الگوهای مربع شکل هم اندازه برای نمایش هر بخش استفاده می‌نماییم.

قدم سوم: الگوی مربع شکلی را که بیشترین ارتباط A است در مرکز طرح قرار می‌دهیم و سپس بخش‌های دیگر را به ترتیب اهمیت رابطه با بخش مذکور در اطراف آن قرار می‌دهیم.

قدم چهارم: قدم سوم را تا قرار گرفتن کلیه بخش‌ها ادامه می‌دهیم.

۵) روش توالی تقاضا یا روش noy

اطلاعات مورد نیاز برای این روش تنها مقدار جریان به صورت تولید در ساعت یا هفته و پروسه تولید محصولات مختلف است.

قدم اول: ابتدا برای هر ماشین بر مبنای محل قرارگیری در پروسه تولید، جدولی به صورت زیر رسم می‌کنیم:

ماشین \ محل	۱	۲	۳
A			
B			
C			

قدم دوم: سپس مقدار تولید را در هر محل از پروسه تولید استخراج و در جدول قرار می‌دهیم.

قدم سوم: مقدار جمع وزنی جریان‌ها را از حاصل جمع جریان ماشین‌ها در محل را برای هر ماشین محاسبه می‌کنیم.

قدم چهارم: میانگین وزنی برای هر ماشین را از تقسیم جمع وزنی هر ماشین بر جمع کل جریان‌ها محاسبه می‌کنیم.

قدم پنجم: اعداد میانگین وزنی به دست آمده را به ترتیب صعودی مرتب و محل قرارگیری ماشین‌ها را براساس آن مشخص می‌کنیم.

مثال: محصول به وسیله ۵ ماشین A, B, C, D, E با پروسه تولید و میزان تولید مشخص در ساعت در اختیار است، اگر قصد استقرار خطی ماشین‌ها را داشته باشیم، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

محصول	پروسه	تولید در ساعت
۱	ACBED	۸
۲	ABCDE	۱۰
۳	ACDEB	۳
٤	ABDCE	۵

	۱	۲	۳	٤	۵	جمع	جمع وزنی	میانگین وزنی
A	۸+۱۰+۳+۵	–	–	–	–	۲٦	۲٦	۱
B	–	۱۰+۵	۸	–	۳	۲٦	٦۹	۲/٦٥٤
C	–	۸+۳	۱۰	۵	–	۲٦	۷۲	۲/۷٦۹
D	–	–	۳+۵	۱۰	۸	۲٦	۱۰٤	٤
E	–	–	–	۸+۳	۱۰+۵	۲٦	۱۱۹	٤/۵۸

طراحی استقرار به کمک کامپیوتر

مدل‌هلای مورد استفاده درطرحریزی کامپوتری از دو دیدگاه قابل تقسیم‌بندی هستند:

۱) مدل‌های ساختنی یا ایجادی

۲) مدل‌های بهبود دهنده

الف) انواع مدل‌های مساختنی:

۱) CORELAP ۲) ALDEP ۳) PLANET

ب) انواع مدل‌های بهبود دهنده:

۱) CRAFT ۲) COFAD

۱) CRAFT

این الگوریتم: اولین الگوریتمی است که به منظور طراحی کارخانه به کمک کامپیوتر توسعه یافت. هدف این الگوریتم تعیین استقرار بخش‌ها

به نحوی است که هزینه کل حمل و نقل حداقل گردد. این الگوریتم هزینه حمل و نقل را به صورت تابع خطی از مسافت حمل و نقل تعریف می‌کند، که در محاسبه مسافت از روش پله‌ای استفاده می‌کند. این برنامه ابتدا طرح اولیه (داده شده) را ارزیای نموده و سپس تأثیری را که در صورت تغییر محل بخش‌ها حاصل خواهد شد تخمین می‌زند و در صورت پیشرفت، آن جابه‌جایی را که بیشترین بهبود را در پی خواهد داشت انتخاب می‌نماید و سپس صرفه‌جویی واقعی را مشخص می‌نماید.

لازم به ذکر است روش CRAFT تنها بخش‌هایی را برای جابه‌جایی انتخاب می کند که مجاور یا دارای مساحت یکسان باشند. در الگوریتم CRAFT برای جابه جایی بخشها، انتخاب‌های زیر وجود دارد که باید یکی از آنها از طریق اطلاعات ورودی برنامه مشخص گردد.

الف) تعویض محل دو بخش (جابه‌جایی دو تایی)،

ب) تعویض محل سه بخش (جابه‌جایی سه تایی)،

ج) ابتدا جابه‌جایی سه بخش و سپس جابه‌جایی دو بخش،

د) ابتدا جابه‌جایی دو بخش و سپس جابه‌جایی سه بخش،

ه) جابه‌جایی دو بخش یا سه بخش، هر کدام بهتر بود.

COFAD (۲

برنامه COFAD تکمیل یافته CRAFT است که نواقص CRAFT من جمله در نظر نگرفتن سیستم حمل و نقل و یا محاسبه فاصله تنها از روش پله‌ای را حل نموده است. این برنامه قادر به بررسی ٦ وسیله حمل و نقل است و فاصله‌ها به صورت خط مستقیم هم می‌توانند در آن منظور شوند.

الگوریتم این روش شامل مراحل زیر است:

۱) تعیین یک استقرار مطلوب به وسیله بهبود استقرار فعلی به روش CRAFT

۲) محاسبه هزینه‌های انواع روش حمل و نقل

۳) تعیین سیستم حمل و نقل و انتخاب سیستمی با کمترین هزینه

٤) تکرار مراحل فوق برای بهبود جواب تا رسیدن به شرایط توقف

ALDEP (۳

الگوریتم روش ALEDP به صورت زیر است:

۱) انتخاب اولین بخش برای ورود به طرح استقرار به صورت تصادفی

۲) بررسی جدول رابطه فعالیت‌ها برای یافتن بخش‌هایی که دارای درجه نزدیکی بزرگتر یا مساوی حداقل درجه نزدیکی با این بخش باشند که ممکن است با دو حالت مواجه شویم:

الف) اگر بیش از یک بخش با بیشترین درجه نزدیکی وجود داشته باشد آنگاه یکی به صورت تصادفی انتخاب می‌شود.

ب) اگر هیچ بخشی با این ویژگی نباشد، یک بخش به صورت تصادفی انتخاب می‌شود.

۳) سپس برای بخش دوم به جدول رابطه فعالیت‌ها مراجعه می‌شود و بخش‌هایی که با بخش دوم رابطه‌ای بزرگتر یا مساوی از حداقل درجه نزدیکی را داشته باشند، مشخص و این فرآیند مرتبا تکرار می‌شود تا آخرین بخش انتخاب شود.

٤) بعد از اتمام کار امتیاز بخش محاسبه می‌شود. جهت تعیین میزان امتیاز طرح آلدپ دپارتمان‌های همسایه را مشخص می‌کند و مقدار عددی رابطه بین دپارتمان‌های همسایه را محاسبه و حاصل را در عدد ۲ ضرب می‌کند تا هر ارتباط را دو بار منظور کند.

۵) سپس الگوریتم از ابتدا آغاز می‌شود تا طرح جدیدی به دست آید.

٦) سپس روش آلدپ طرح‌هایی را که امتیاز آنها از حداقل امتیاز قابل قبول که در ورودی‌ها تعریف شده، بیشتر است را چاپ می‌کند.

۷) پس از آنکه طرح‌هایی به تعداد تعیین شده ایجاد گردیدند و آنهایی که امتیازشان از حداقل امتیاز قابل قبول کمتر نیست چاپ شدند آنگاه آلدپ خود به خود حداکثر امتیاز طرح‌ها را مساوی با حداقل امتیاز قابل قبول قرار داده و دور بعدی تولید طرح‌ها را آغاز می‌کند. این فرآیند

تا جایی ادامه دارد تا سرانجام هیچ طرحی یافت نشود که امتیاز آن از حداقل امتیاز قابل قبول کمتر نباشد.

نکته: روش ALDEP تنها مدلی است که می‌توان استقرار را در چند طبقه ساختمان انجام دهد.

اطلاعات ورودی برنامه ALDEP

۱) نمودار رابطه فعالیت‌ها
۲) مساحت بخش‌ها، طول، عرض، مساحت هر طبقه
۳) تعداد طرح‌های استقراری که باید تولید شود
٤) تعداد بخش‌های طرح
۵) حداقل درجه نزدیکی ارتباط که بخش‌ها براساس آن انتخاب می‌شوند.
٦) حداقل امتیاز مجاز برای قبول و چاپ طرح
۷) محل و اندازه بخش‌هایی که باید ثابت بمانند.
۸) عرض نواری که بخش‌ها براساس آن چیده می‌شوند.

۴) CORELAP

این برنامه براساس الگوریتم S.L.P بنا شده است. در این مدل براساس نمودار رابطه فعالیت‌ها، دیاگرامی تهیه می‌شود که پس از ادغام و ترکیب با مساحت‌های مورد نیاز بخش‌ها به طرح استقرار تبدیل می‌شود. این برنامه با استفاده از TCR (درجه نزدیکی کل) طرح جانمایی را ایجاد می‌کند.

اطلاعات مورد نیاز برای برنامه کورلپ:

۱) نمودار رابطه فعالیت‌ها
۲) تعداد بخش‌ها و مساحت مورد نیاز
۳) وزن ورودی نمودار رابطه فعالیت‌ها
٤) حداکثر یا مقدار مشخص نسبت طول به عرض طرح
۵) نحوه ترسیم طرح نهایی
٦) مقیاس طرح خروجی جهت چاپ

الگوریتم روش CORELAP به صورت زیر است:

قدم اول: محاسبه نرخ نزدیکی کل (TCR) برای هر بخش. TCR عبارتست از تعداد عددی میزان ارتباطات بین بخش مورد نظر و سایر بخش‌ها.

قدم دوم: قرا دادن بخش با TCR بالاتر در مرکز استقرار. در صورتی که این بخش بیش از یک مورد باشد آنکه دارای مساحت بالاتری است انتخاب می‌شود.

قدم سوم: در این مرحله نمودار رابطه فعالیت‌ها بررسی و بخشی که با اولین بخش بیشترین درجه نزدیکی را دارد انتخاب می‌شود.

نکته: در صورتی که دو بخش دارای درجه نزدیکی یکسان باشند، مبنای انتخاب بخش با TCR بزرگتر خواهد بود.

و در صورت تساوی، بخشی انتخاب می‌شود که مساحت آن بزرگتر است و در صورتی که باز حالت تساوی رخ دهد، بخشی که نام آن از لحاظ حروف الفبا جلوتر است انتخاب می‌شود.

قدم چهارم: حال همین فرآیند به ترتیب اولویت برای بخش‌های اول و دوم و سوم تکرار می‌شود.

قدم پنجم (چگونگی استقرار بخش‌ها): وقتی بخشی انتخاب شد، مسأله بعدی این است که کجا مستقر شود. نرخ محل (PR) مبنای تعیین محل هر بخش است. نرخ محل به صورت حاصل جمع نرخ نزدیکی بخش مورد نظر (یعنی مقادیری که در ورودی‌ها مشخص شده نه مقادیری که در خود برنامه وجود دارد) با بخش‌های همسایه آن محاسبه می‌شود. هر بخش جدید در جایی مستقر می‌شود که نرخ محل آن حداکثر باشد. در صورتی که نرخ محل برای دو نقطه با هم مساوی باشد آنگاه طول همسایگی (BL) مبنای انتخاب محل خواهد بود. طول همسایگی عبارتست از مرز مشترک بخش جدید با بخش‌های موجود.

قدم ششم: پس از تکمیل شدن طرح استقرار، برنامه CORELAP جواب به دست آمده را ارزیابی می‌کند:

الف) مسافت بین بخش‌ها محاسبه و در جدول مسافت ثبت می‌شود. مسافت بین بخش‌ها برعکس کرافت و پلانت به جای اینکه از مرکز ثقل محاسبه شود، به صور کوتاه‌ترین فاصله پله‌ای محاسبه می‌شود. در حقیقت فاصله بین دو بخش عبارت است از فاصله پله‌ای بین نزدیک‌ترین

دو نقطه آنها با یکدیگر.

ب) سپس CORELAP فاصله هر بخش را در نرخ نزدیکی آن دو بخش (مقدار عددی ارتباطات) ضرب کرده و این مقادی را با هم جمع می‌کند و امتیاز کلی طرح را به دست می‌آورد.

نکته: برنامه CORELAP تنها یک جواب را حاصل نموده و انعطاف‌پذیری لازم را ندارد، لذا نمی‌توان استقرارهای مختلف را ارزیابی نمود.

۵) PLANET

این روش یک الگوریتم ایجاد کننده است و قوی‌ترین روش از نوع روش‌های ایجادی یا ساختنی است. داده‌های ورودی این روش همانند روش CRAFT است و می‌توانند جهت ایجاد و ارزیابی طرح‌ها هم مورد استفاده قرار گیرد. همچنین انعطاف‌پذیری این مدل از سایر مدل‌ها بالاتر است.

الگوریتم این برنامه به صورت زیر است:

مرحله اول: تبدیل اطلاعات ورودی به برنامه در مورد جریان مواد به صورت فرم‌های مناسب و مورد استفاده الگوریتم.

مرحله دوم: تعیین ترتیب انتخاب بخش‌ها برای ورود به استقرار.

مرحله سوم: استقرار بخش‌های انتخاب شده برای ورود به طرح استقرار

مرحله اول: پلانت در مرحله تبدیل اطلاعات، اطلاعات را به جدول هزینه از- به تبدیل می‌کند. اطلاعات ورودی به پلانت به سه صورت ممکن است باشند: ۱) به صورت ترتیب مراحل ساخت، ۲) به صورت جدول از- به ۳) به صورت نمودار جریمه

مرحله دوم: انتخاب بخش‌ها جهت استقرار براساس دو معیار درجه اولویت هر بخش و جدول هزینه جریان متقابل بخش‌ها صورت می‌گیرد جهت انجام این کار سه روش وجود دارد: ۱) از بخش‌هایی که درجه اولویت بالاتری دارند، دو بخش که بیشترین هزینه بین بخشی را دارند انتخاب و در مرکز استقرار قرار می‌گیرند سپس از بخش‌های باقیمانده بخشی که بیشترین هزینه جریان متقابل را با یکی بخش‌های مستقر شده دارد انتخاب می‌گردد و این کار تا استقرار تمامی بخش‌ها ادامه می‌یابد.

۲) در روش دوم انتخاب دو بخش اول همانند مرحله اول انجام می‌گیرد ولی بخش‌های انتخاب شده در مرحله بعدی، بخش‌هایی هستند که با همه بخش‌های استقرار یافته (یعنی حاصل جمع هزینه جریان متقابل آنها با تمام بخش‌های استقرار یافته) بیشترین مجموع هزینه متقابل را دارند.

۳) در روش سوم از میان بخش‌هایی که بیشترین اولویت را دارند بخش آغازین طوری انتخاب می‌شود که حاصلضرب هزینه جریان متقابل آن با تمامی بخش‌ها از همه بیشتر باشد. سپس بخش بعدی از میان بخش‌های باقیمانده به همین صورت انتخاب خواهد شد واین روند تا انتخاب تمام دپارتمان‌ها ادامه خواهد یافت.

مرحله سوم: در این مرحله پلانت ابتدا دو بخش یا یک بخش را در مرکز قرار می دهد به طوریکه این دو بخش با یکدیگر همسایه باشند. به طور کلی پلانت سعی می کند هر بخش را حتی المقدور مربع شکل بسازد. بخش بعدی طوری مستقر می گردد که میزان افزایش در هزینه‌های حمل و نقل را حداقل نماید. این برآورد به صورت سعی و خطا انجام می گیرد و هزینه حمل و نقل مساوی است با حاصلضرب جدول مسافت در جدول هزینه جریان متقابل بین بخش‌ها.

طراحی خط تولید

خط تولید

خط تولید به منظور هماهنگی مجموعه ای از ایستگاه های متوالی کار پیاده می‌شود و در واقع به منظور بیشترین بهره‌برداری از ایستگاه‌ها و نیروی انسانی به کار گرفته می‌شود. ایستگاه‌ها در خط تولید به همان ترتیب مستقر می‌شوند که در برگ مسیر تولید مشخص شده‌اند. استقرار ایستگاه‌ها به نحوی است که مواد به طور مداوم و مستمر و با نرخ ثابت در آنها جریان یابند. عملیات در تمام ایستگاه‌های کار به طور همزمان انجام می‌شوند. همه عملیات دارای نرخ تولید یکسانی هستند. یکی از الزامات اساسی خط تولید این است که هر ایستگاه کار، تعداد معین و مشخصی از تولید خود را در واحد زمان به ایستگاه کار بعدی برساند.

شرایط و پیشنیازهای ایجاد خط تولید

۱) حجم تولید بالا باشد تا استقرار ماشین آلات و ایستگاه‌های کار بر اساس محصول از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر باشد.

۲) سرشت کار طوری باشد که بتوان آن را به اجزای کوچکتر تقسیم نمود تا بتوان عناصر کار را تفکیک و ترکیب کرد.

۳) از قید و بند استفاده شود تا عملیات بر روی کلیه قطعات مشابه به یک نوع و به طور استاندارد انجام گیرد.

٤) خط تولید انعطاف‌پذیر باشد تا تغییر در طرح محصول، مدل یا روش تولید ممکن باشد.

٥) مواد در زمان معین و به طور مستمر و یکنواخت به محل‌های مورد نظر برسند تا عملیات تولید به سبب کمبود مواد متوقف نشود.

٦) تعداد عملیات لازم برای تولید زیاد باشد به نحوی که بتوان خط تولید را ایجاد نمود.

۷) روش تولید استاندارد باشد.

۸) قطعات را بتوان در محصولات مختلف به کار برد.

برخی از تعاریف این بخش عبارتست از:

زمان چرخه تولید (زمان سیکل): زمان بین دو محصول خروجی متوالی از خط مونتاژ

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{کل زمان کاری در دسترس در روز}}{\text{نرخ محصول تولیدی درروز}}$$

بالانس خط تولید: همزمان‌سازی عملیات به نحوی که بتوان نرخ تولید را برآورده ساخت، به عبارت دیگر منظور از بالانس خط تولیدی عبارتست از طرح ایستگاه‌های کاری به نحوی که مقدار بار کاری کلیهٔ ایستگاه‌ها با هم برابر شود و هر ایستگاه در واحد زمان مقدار تولید معینی را داشته باشد.

گلوگاه: اگر در یک ایستگاه کاری مجموع زمان فعالیت‌های انجام شده بیشتر از زمان سیکل باشد ایجاد گلوگاه می‌شود و در آنجا تراکم قطعات به وجود می‌آید. جهت رفع این مشکل می‌بایست هر ایستگاه کاری را طوری بنا نهاد که همواره مجموع زمان‌های فعالیت‌های انجام شده در آن ایستگاه کمتر از زمان سیکل شود و اگر احیاناً در یک جا به ناچار زمان فعالیت انجام شده بیشتر از زمان سیکل باشد اقدام به ایجاد ایستگاه‌های موازی می‌شود.

راندمان خط: راندمان خط مونتاژ عبارتست از درصد مواقعی که کل خط در حال کار است.

راه‌های متعادل‌سازی خط تولید

۱) بهترین راه برای بالانس خط ایجاد انبار قطعات نیمه ساخته بعد از ایستگاه‌های کاری است که کندتر کار می‌کنندو این کار مستلزم اضافه‌کاری ایستگاه‌ها کندتر است.

۲) کارگران ایستگاه‌هایی که زمان چرخه کار آنها از ایستگاه‌های دیگر کوتاهتر است در طول خط تولید حرکت کرده و بخشی از کار ایستگاه‌های دیگر را انجام دهند. یا چنانچه زمان چرخه کار یک ایستگاه بیشتر از ایستگاه‌های دیگر باشد، می‌توان بیش از یک کارگر در آن ایستگاه گمارد.

۳) حالت عمومی بالانس خط عبارتست از جمع کردن یا جدا کردن عناصر کاری به طوری که زمان چرخه کار کلیه ایستگاه‌های حتی المقدور برابر شود. ولی این کار همیشه امکان‌پذیر نیست زیرا اولاً در برخی مواقع کار قابل تقسیم نیست و ثانیاً در مواقعی به مهارت‌های خاصی احتیاج است.

٤) بررسی و اصلاح عملیات و بهتر کردن تکنیک‌های انجام عملیات

۵) آموزش افراد به منظر بهبود روش انجام کار و یا گماردن افراد به کارهایی که مطابق توانایی‌های جسمی و مهارت‌های فنی آنها است.

٦) بالا بردن راندمان کارگر توسط بهتر کردن شرایط محیطی یا به کار بردن سیستم‌های تشویقی.

انواع خط تولید

۱) خطوط ساخت مکانیزه: این خطوط از ماشین‌آلات مختلفی تشکیل شده است که عملیات ساخت محصولی را انجام می‌دهند.

۲) خطوط مونتاژ: در این خطوط قطعات بر روی قطعه اصلی نصب می‌گردند.

۳) خطوط ساخت و مونتاژ: اگر ماشین آلات مورد استفاده در عملیات ساخت و مونتاژ تا حدی مشابه باشند، و یا اگر هر دوی عملیات به صورت دستی انجام شود، خطوط تولیدی هر دو عملیات ساخت و مونتاژ را شامل می‌شود.

٤) خطوط تولیدی فصلی: در این نوع خطوط تولیدی، در فصول مختلف محصولات مورد نیاز فصل آینده ساخته می‌شود.

۵) خطوط ربات‌ها: در این خطوط کلیه کارها خرد شده و تماماً به صورت اتوماتیک انجام می‌گیرد.

بالانس خط

اطلاعات مورد نیاز:

۱) زمان سیکل ۲) المان‌های کاری و زمان استاندارد هر کدام ۳) روابط پیشنیازی و نمودار تقدم و تأخر

الف) روش بالانس خط تولید یا مونتاژ زمانی که زمان انجام عملیات از زمان سیکل کمتر باشد:

ابتدا ایستگاه اول را بنا نهاده و سپس دراین ایستگاه تعدادی از فعالیت‌ها را با توجه به پیشنیاز آنها از روی نمودار تقدم و تأخر قرار داده تا آنجا که مجموع زمان‌های آنها برابر یا کمتر از زمان سیکل شود. و برای ایستگاه‌های دوم به بعد نیز همین روند ادامه می‌یابد.

نکات مهم

۱) مجموع عملیات در هر ایستگاه کمتر از زمان سیکل باشد.

۲) فعالیت‌هایی در یک ایستگاه قرار گیرند که پیش‌نیاز آنها در ایستگاه‌های قبل انجام شده باشد.

t_i: زمان عملیات کاری i ام n: تعداد ایستگاه‌های کاری

C: زمان سیکل کاری m: تعداد عملیات مونتاژ

$$\text{راندمان خط} = \frac{\sum t_i}{n \times C} \qquad \text{راندمان (ضریب کارایی) هر ایستگاه} = \frac{t_i}{C}$$

$$\text{درصد زمان بیکاری در کل خط} = \frac{n \times C - \sum t_i}{n \times C} \qquad \text{مجموع زمان‌های بیکاری در ایستگاه‌ها} = n \times C - \sum_{i=1}^{m} t_i$$

حداقل تعداد ایستگاه‌های کاری در یک خط مونتاژ از رابطه زیر به دست می‌آید:

حداقل تعداد ایستگاه‌های کاری $= \min\left\{ n \;\middle|\; n \text{ یک عدد صحیح} \;,\; n \geq \frac{\sum t_i}{C} \right\}$

مثال: تعادل خط تولید در کدام یک از گزینه‌های زیر کاربرد دارد؟

۱) طراحی بر اساس محصول
۲) طراحی بر اساس فرآیند تولید
۳) طراحی بر اساس ثبات عمل
٤) در هر نوع طرح استقراری

پاسخ: گزینه (۱) صحیح است.

مثال: عملیات مونتاژ یک محصول، روابط پیش‌نیازی این عملیات و زمان استاندارد هر عمل در جدول زیر آورده شده است. در صورتی که زمان سیکل تولیدی ۸ دقیقه باشد و راندمان تولیدی ۸۰ درصد باشد و ساعات تولیدی در سال ۲٦۰۰ باشد، تعداد تولید سالیانه و حداقل تعداد ایستگاه‌های کاری را به دست آورید.

شماره عملیات	شماره عملیات پیش‌نیازی	زمان استاندارد
۱	—	۵
۲	—	۳
۳	۱	۸
٤	۳ و ۲	۲
۵	٤ و ۱	٤
٦	٤	۲
۷	۵	٤
۸	۷ و ٦	۲
۹	۸ و ۵	۸
۱۰	۸ و ٦	۲

$$\text{زمان سیکل} = \frac{\text{کل زمان در دسترس}}{\frac{\text{نیاز سالانه}}{\text{راندمان تولید}}} = \frac{۲٦۰۰\times٦۰}{\frac{\lambda}{۰/۸}} = ۸$$

$$\Longrightarrow \text{مقدار تولید سالیانه} = ۱۵٦۰۰$$

$$\text{حداقل تعداد ایستگاه‌های کاری} = \left\{ n \geq \frac{\sum t_i}{C} \;\middle|\; n \text{ یک عدد صحیح} \right\} \Rightarrow \frac{\sum t_i}{C} = \frac{۴۰}{۸} = ۵$$

****

طراحی واحدهای خدماتی

خدمات تولیدی به چهار دسته اصلی تقسیم می‌گردند:

۱) تولیدی: فعالیت‌هایی که عمدتاً در خدمت تولید هستند.

۲) کارخانه‌ای: فعالیت‌هایی که به نگهداری ساختمان‌ها، تاسیسات و تجهیزات مربوط می‌شوند.

۳) اداری: فعالیت‌هایی اداری به کل واحد صنعت خدمت می‌دهند.

٤) کارمندی: فعالیت‌هایی که هدف آنها تأمین امکانات رفاهی کارکنان است.

فعالیت‌های مربوط به خدمات تولیدی

۱) دریافت (تخلیه بار)
۲) انبار مواد اولیه
۳) انبار محصول نهایی
٤) انبار ابزار
٥) دفتر نظارت تولید
٦) انبار تجهیزات انتقال مواد
۷) ارسال (بارگیری)

دریافت

کلیه فعالیت‌های مربوط به آوردن مواد و قطعات به کارخانهٔ انبار کردن موقت و قرار دادن آنها در جای مناسب تا زمان انتقال نهایی به محل اصلی در قسمت دریافت انجام می‌شود. به عبارت دیگر کار این قسمت تحویل گرفتن مواد اولیه، قطعات و مواد مصرفی است که به کارخانه آورده می‌شوند.

مسئولیت‌های قسمت دریافت

۱) تخلیه مواد از وسائل حمل و نقل
٥) ثبت در پرونده‌های دریافت
۲) باز کردن محموله‌ها
٦) یادداشت کسری‌ها و معیوبی‌ها
۳) شناسایی و مرتب کردن
۷) بایگانی سوابق
٤) کنترل محموله‌ها با بارنامه
۸) فرستادن مواد و قطعات به محل اصلی

قسمت بازرسی دریافت: این قسمت هر چند جزء واحد کیفیت و بازرسی است ولی به جهت اینکه مسئول بازرسی دقیق مواد و قطعات ورودی به کارخانه است، لذا باید نزدیک محل دریافت مستقر شود.

این قسمت معمولاً به محوطه‌های زیر احتیاج دارد:

۱) انبار موقت قطعات و موادی که منتظر بازرسی هستند.

۲) انبار، انتقال و بازرسی مواد.

۳) انبار موقت اقلام بازرسی شده که باید به محل اصلی تحویل داده شوند.

محل قسمت دریافت: معمولاً قسمت دریافت در نزدیکی تسهیلات عمومی حمل و نقل، بزرگراه‌ها، ایستگاه راه‌آهن قرار می‌گیرد. در بعضی از مواقع که میزان مواد و قطعات و تجهیزات دریافتی زیاد باشد یا از لحاظ مشخصات و خصوصیات تفاوت‌های اساسی داشته باشند، بهتر است بیش از یک محل دریافت در نظر بگیریم. اغلب به واسطهٔ محل تسهیلات عمومی حمل و نقل و همچنین استفاده مشترک از نیروی انسانی و ماشین آلات و وسائل، قسمت‌های دریافت و ارسال کنار هم قرار می‌گیرند.

عوامل موثر در طراحی فعالیت‌های دریافت و ارسال

۱) مواد دریافتی
٥) تجهیزات
۲) مشخصات ساختمان
٦) محل
۳) فضا
۷) عملیات
٤) استقرار فضا

انبار

انواع انبار در کارخانه

۱) دریافت: در خلال دریافت مواد و قبل از انتقال مواد به محل اصلی

۲) مواد و قطعات: نگهداری اصولی مواد اولیه و قطعات تا زمانی که در عملیات تولید به آنها احتیاج شود.

۳) لوازم یدکی و مواد مصرفی: انبار قطعات یدکی، مواد لازم برای تعمیر و نگهداری تجهیزات مصرفی‌ها و ملزومات.

٤)محصول در جریان ساخت: مواد و قطعاتی که قسمتی از عملیات ساخت آنها انجام شده و منتظر عملیات بعدی هستند.

۶) دوباره‌کاری: مواد و قطعات و محصولاتی که به عللی باید بعضی از عملیات آنها مجدداً تکرار شود.

۷) ضایعات: مواد و قطعات و محصولاتی که دیگر در کارخانه مصرفی ندارند.

۸) متفرقه: انبار ابزار، جایگاه‌ها و تجهیزات بلا استفاده

۹) محصول نهایی: انبار محصول نهایی آمادهٔ ارسال

اهداف طراحی انبار

۱) حداکثر استفاده از حجم ساختمان

۲) استفاده بهتر از نیروی انسانی و تجهیزات

۳) دسترسی سریع و به موقع به تمام اقلام

۴) انتقال سریع و آسان مواد و قطعات

۵) ساده بودن تشخیص اقلام

۶) حداکثر حفاظت

۷) تمیزی و نظم و وضع ظاهری

نکات مهم جهت طراحی انبار ابزار

۱) ابزار آلات قابل دسترسی باشند و در ارتفاع بیشتر از ۲ متر نباشند.

۲) محل‌های مناسبی برای اندازه‌های مختلف ابزار آلات منظور گردد.

۳) برای حرکت افراد در بین ردیف‌های قفسه‌ها، راهروهای مناسبی وجود داشته باشد.

۴) فاصلهٔ طبقات قفسه‌ها متغیر باشد و بتوان ترتیب قرار گیری و فاصله ها را تنظیم کرد.

۵) نحوه استقرار قفسه‌ها انعطاف‌پذیر باشد و بتوان ترتیب قرار گرفتن و فاصله آنها را تغییر داد.

۶) تجهیزات انبارداری حتی‌الامکان یکسان باشد.

۷) محل ابزار به آسانی تشخیص داده شود.

۸) ابزار آلات و قطعات از معیوب شدن و صدمه محفوظ باشند.

۹) ترتیب چیدن طوری باشد که ابتدا آنها که زودتر آمده‌اند، استفاده شوند.

نکات لازم جهت طراحی انبار در حالت کلی

۱) داشتن دید کافی نسبت به وظایف و فعالیت‌های انبار

۲) توجه به مشخصه‌های انبار

۳) توجه به روش‌های مختلف انبار کردن (تخصیص مواد به انبار)

۴) بررسی شیوه‌های حمل و نقل

۵) خصوصیات فیزیکی مربوط به انبار

۶) نحوه ورود و خروج مواد به انبار

محل‌های انبار کردن:

۱) انبار مرکزی

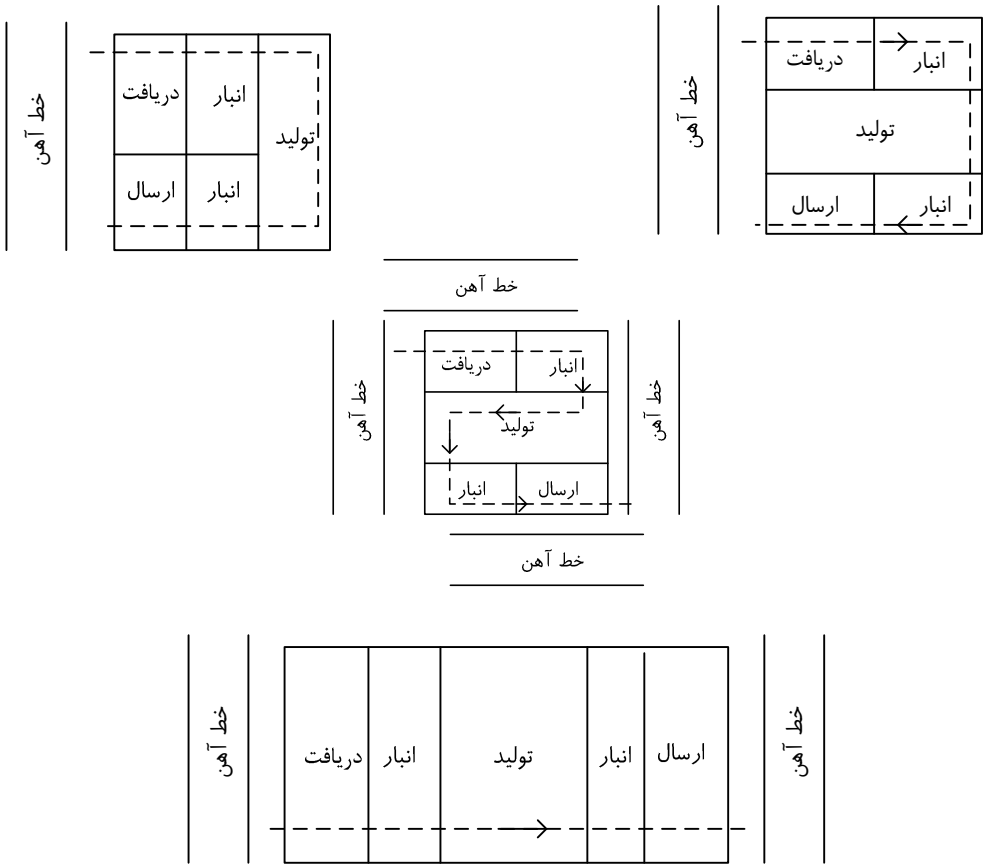
۲) انبار بخش

۳) انبار ایستگاه کاری

ارسال

فعالیت‌های ارسال شامل جابجایی، بسته‌بندی و بارگیری محصولات برای تامین سفارشات است. قسمت ارسال با قسمت دریافت و انبار محصول نهایی ارتباط زیادی دارد لذا این سه قسمت همواره با هم بررسی می‌شوند.

روابط متقابل قسمت‌های دریافت، انبار مواد و قطعات، انبار محصول نهایی و ارسال



عوامل موثر در تخصیص محوطه

۱) توسعه
۲) انعطاف‌پذیری
۳) استفاده از تمام سطح‌های کارخانه
٤) انبار در نقطه استفاده
٥) راهروها
٦) فاصله ستون‌ها

طراحی راهروها

تعریف راهرو: در کارخانه‌های صنعتی معمولاً راهروها به راه‌ها و جاده‌ها و مسیرهایی گفته می‌شود که تقریباً تمام نقل و انتقالات افراد و مواد در آنجا صورت می‌گیرد.

انواع راهروها عبارتند از: راهروهای اصلی، راهروهای فرعی. راهروهای اصلی، راهروهایی هستندکه در آنها نقل و انتقالات بین بخش‌های مختلف یک کارخانه صورت می‌گیرد. راهروهای ورودی و خروجی جزء این دسته محسوب می‌شوند.

دلایل احتیاج به راهروها:

۱) انتقال مواد و قطعات و محصول نهایی
۲) حرکت افراد
۳) انتقال ضایعات، براده‌ها و ....
٤) تغییر محل و جایگزینی ماشین آلات
٥) دسترسی به وسائل ایمنی و راهروهای اضطراری
٦) انتقال ماشین آلات جهت تعمیر و سرویس

عوامل موثر در تعیین عرض راهروها:

۱) نوع استفاده از راهروها، جهت حمل مواد، افراد، وسائل حمل و نقل، ماشین آلات، و ....
۲) تعداد دفعات استفاده از راهرو در یک زمان
۳) سرعت مجاز عبور در راهروها
٤) عبور یکطرفه یا دو طرفه

****

محاسبه مساحت

به طور کلی برای محاسبه مساحت بخش‌های تولیدی و خدماتی از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

الف) روش مرکز تولید: در این روش ابتدا مساحت و فضای لازم برای هر ایستگاه معین می‌شود و سپس فضای هر بخش محاسبه می‌شود. مساحت هر ایستگاه از اجزای زیر تشکیل شده است:

۱) تجهیزات ۲) مواد ۳) افراد

تجهیزات: جهت محاسبه فضای تجهیزات لازمست تا مساحت هر وسیله، تعمیرات و نگهداری ان وسیله، حرکت آن و سرویس‌های کارخانه با هم جمع شود.

مواد: جهت محاسبه فضای لازم برای مواد لازمست تا مساحت قسمت دریافت و انبار مواد اولیه، مواد درحال کار یا قطعات در حال کار، انبار محصول نهایی، انبار ضایعات و دور ریزها، انبار جیگ و فیکسچر، قالب‌ها و مواد تعمیر و نگهدای وسیله را با هم جمع نمود.

نیروی انسانی: جهت محاسبه فضای لازم برای نیروی انسانی لازمست تا مساحت مربوط به هر اپراتور، حمل و نقل او ورود و خروج او با هم جمع شوند.

طراحی ایستگاه‌های کاری

اصول اقتصادی حرکت (نکات لازم جهت طراحی ایستگاه‌های کاری)

۱) ابزار آلات و وسائل نزدیک فرد باشد
۲) از دوباره کاری‌ها جلوگیری شود
۳) از وسائل حمل و نقل جهت رساندن مواد استفاده شود
٤)دو دست همزمان و هماهنگ با هم کار کنند.
۵) حتی‌الامکان از ابزارهای چند کاره استفاده شود.
٦) ظروف حامل مواد نزدیک کارگر باشند.
۷) کمتر از دست استفاده شود و بیشتر از پا استفاده شود
۸) مواد اضافی از محل دور شوند.

ب) روش تبدیل: در این روش مساحت محل جدید به تناسب افزونی مقدار تولیدات یا خدمات، محاسبه می‌شود. یعنی اگر حجم تولیدات یا خدمات محل جدید دو برابر تولیدات یا خدمات محل قبلی باشد، فضای آن نیز حدوداً دو برابر در نظر گرفته می‌شود. به دلیل خطای بالای این روش معمولاً برای قسمت‌های خدماتی و انبار مورد استفاده است.

ج) روش الگویی (ماکتی): در این روش از ماکت ماشین آلات، تجهیزات، پالت‌ها و ... برای محاسبه فضا استفاده می‌شود.

د) روش استاندارد فضا: در موارد خاص می‌توان از استانداردهای صنعتی برای تعیین فضا استفاده کرد، این استانداردها می‌توانند بر اساس تجربیات موفق قبلی به دست آیند.

هـ) روش روند نسبت و تصویر: این روش کم دقت‌ترین روش برای تخمین مساحت است که در آن نسبتی از مترمربع به فاکتورهای خاص محاسبه شده و از روی آن مساحت تخمین زده می‌شود.

حمل و نقل مواد

منظور از سیستم حمل و نقل سیستمی است که بتواند جریان مواد را در واحد تولیدی طوری برقرار سازد که مطلوبیت‌های مکانی مطابق با نقشه استقرار حاصل گردد.

اهداف حمل و نقل: کاهش هزینه، بهبود شرایط کاری، سهولت در تولید، افزایش ظرفیت، استفاده مطلوب از تجهیزات و نیروی کاری.

اصول حمل و نقل

- اصل برنامه‌ریزی
- اصل سیستم: کلیه حمل‌های مرتبط با هم در چارچوب یک سیستم به نام سیستم حمل و نقل است که مکمل اصل برنامه‌ریزی است.
- اصل جریان مواد

– اصل ساده کردن

– اصل نیروی جاذبه: از نیروی جاذبه حداکثر استفاده شود.

– اصل بهره‌وری از فضا

– اصل اندازه واحدبار

– اصل مکانیزه کردن

– اصل اتوماتیک کردن

– اصل انتخاب وسائل حمل و نقل

– اصل انعطاف‌پذیری

– اصل استاندارد کردن

– اصل وزن مرده: وزن مرده وزنی است که در حین جابه‌جایی نسبت به وزن بار کم می‌شود.

– اصل بهره‌وری و استفاده

– اصل نگهداری و تعمیر

– اصل جایگزینی وسائل قدیمی واز کار افتاده

– اصل کنترل

– اصل ظرفیت

– اصل حداقل هزینه

– اصل ایمنی

روش سیستماتیک حمل و نقل (SHA)

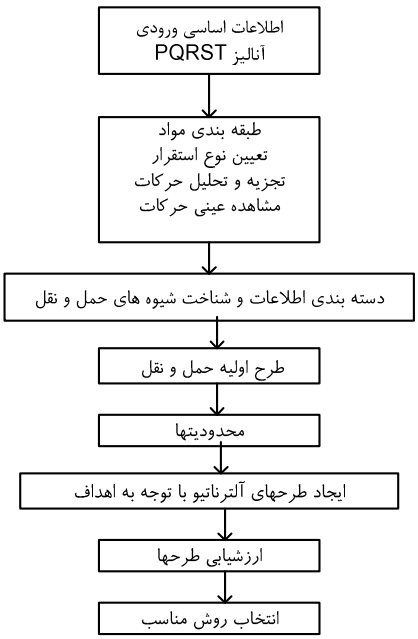
به طور کلی اساس حمل و نقل بر سه محور استوار است:

۱) مواد: یعنی اینکه باید بدانیم چه نوع موادی را حمل می‌کنیم، این مواد چه خصوصیاتی دارند، و ....

۲) حرکات: یعنی اینکه باید بدانیم این مواد را چگونه حرکت دهیم.

۳) روش‌ها: یعنی اینکه باید بدانیم از چه نوع وسیله‌ای برای حرک استفاده کنیم.

الگوریتم روش سیستماتیک حمل و نقل



آنالیز PQRST

۱) محصول، قطعه، مواد (P) ← چه چیزی حرکت داده می‌شود.

۲) کمیت یا حجم (Q) ← چه مقداری حرکت داده می‌شود.

۳) مسیر حکت (R) ← حرکت از کجا به کجا باید صورت گیرد.

٤) سرویس حمایت کننده (S) ← با چه سرویسی باید این حرکات انجام گیرد.

٥) زمان (T) ← کی و چه مدت حرکت باید انجام گیرد.

****

گسترش کارخانه

دلایل وجود گسترش

۱) به علت پایین بودن ظرفیت کارخانه ممکن است مقدار تقاضا برآورده نشود.

۲) اضافه شدن قطعات جدید به محصول

۳) ممکن است فرآیند جدیدی برای ساخت در نظر گرفته شود.

٤) نیاز به عملیات اضافی و خدمات جدید

٥) قطعاتی که قبلاً از سایر کارخانجات خریداری می‌گردید و اینک قرار است در خود کارخانه ساخته شوند.

٦) تغییر در طراحی محصول

۷) تنوع محصول

۸) دسترسی به تکنولوژی بهتر

طرح‌های توسعه کارخانه

۱) تصویر آینه‌ای

مزایا:

۱) فضای تولیدی دو برابر می‌شود طرح اصلی کپی می‌شود.

۲) اجرای آن ساده است.

۳) محل تخلیه در همان محل فعلی بوده و یک انبار مرکزی برای مواد اولیه حاصل می‌گردد.

٤) در جریان مواد گلوگاه ایجاد نمی‌گردد.

٥) راهروهای وسطی را نیز می‌توان پهن‌تر در نظر گرفت و عیناً فضای فعلی را در پهلوی آن تکرار کرد.

معایب:

۱) فقط یکبار امکان توسعه وجود دارد.

۲) دو قسمت ارسال وجود دارد.

۲) طرح خط مستقیم

مزایا:

۱) تعداد دفعات توسعه نامحدود است.

۲) از نظر اجرایی از روشهای دیگر ساده‌تر است.

۳) برای جرثقیل‌های سقفی مناسب است.

٤) هزینه‌های ساختمانی نسبتاً پایین است.

معایب:

۱) توسعه یک یا چند دپارتمان مشکل است.

۲) زمین باید همسطح باشد چون امکان انتخاب کارگاه‌ها و بخش‌ها در بعضی مواقع مشکل است.

۳) T شکل

در این نوع طرح توسعه‌ای قسمت‌ها و بخش‌های مختلف به صورت ستونی در میان قسمت‌ها اضافه می‌گردند.

مزایا:

۱) بدون قطع جریان مواد می‌توان یک یا چند دپارتمان اضافه کرد.

۲) از ستون‌های ساختمان مجاور استفاده می‌شود.

۳) انتقال مواد کاهش می‌یابد.

٤) بدون بروز اختلال در جریان مواد می‌توان بخش‌ها یا کارگاه‌ها را به طور قالبی مستقر کرد.

۵) قطعات و مواد مستقیماً در نقطه استفاده انبار می‌شوند.

معایب:

در این روش لازمست تا خط مونتاژ اصلی هم توسعه یابد، لذا ممکن است برخی از دپارتمان‌ها تغییر محل یابند.

۴) U شکل

در این روش توسعه، توسعه را می‌توان در اطراف یا در سه طرف کارخانه صورت داد.

مزایا:

۱) در این روش، توسعه به صورت لایه‌های متحدالمرکز در اطراف هستهٔ U شکل مرکزی انجام می‌گیرد.

۲) وقتی که دیوارها موقتی بوده یا برداشتن آنها ساده باشد فوق‌العاده مناسب است.

۳) محل‌های دریافت و انتقال در یک قسمت مرکزی قرار می‌گیرد.

معایب:

شکل آن پس از چندبار توسعه نامناسب می‌شود و انجام عملیات کند می‌شود.

۵) C شکل:

در این نوع طرح توسعه‌ای، امکان استقرار با اضافه کردن محل جدید به صورت انتخابی و بدون اختلال در خطوط اصلی و تولید فراهم می‌آید.

مزایا:

۱- بدون قطع جریان مواد می‌توان یک یا چند دپارتمان جدید را اضافه کرد.

۲) برای کارخانه‌هایی که از جرثقیل سقفی، نقاله‌ها و لیفتراک استفاده می‌کنند مناسب است.

معایب: ممکن است طرح فعلی مانع استفاده این روش گردد.

توسعه در فضای محدود (بدون افزایش مساحت)

روش‌های توسعه طرح بدون اضافه کردن فضا:

۱) استفاده از وسائل حمل و نقل موثر مثل نقاله‌ها

۲) برنامه‌ریزی بر اساس آنالیز ABC. اقلام گروه A باید هر چه زودتر از خط تولید خارج شوند و به بازار برسند.

۳) استفاده از تکنولوژی بهتر ماشین آلات

انعطاف‌پذیری

۱) نسبت متوسط قیمت به هزینه در صنعت مورد نظر: هرچه نسبت متوسط قیمت به هزینه در یک صنعت خاص کمتر باشد بهتر است جهت کاهش هزینه‌های تولیدی از طرح‌های اختصاصی‌تر استفاده شود. و در مقابل هرچه این نسبت بالاتر باشد انعطاف‌پذیری طرح بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

۲) دوره عمر طرح: هرچه احتمال تغییرات بعدی در طرح محصول، تقاضا یا نوع ماشین آلات بیشتر باشد انعطاف‌پذیری بیشتر مورد توجه است.

ارزیابی طرح

قبل از هر ارزیابی باید مبانی ارزیابی که ممکن است شامل جنبه‌های زیر باشند، را مشخص نمود:

۱) هدف‌هایی که در ابتدای فرآیند طراحی تعریف شده‌اند.

۲) معیارهایی که بر اساس یک طرح مناسب مشخص می‌شوند.

۳) مقایسه هزینه‌ها

٤) بازده سرمایه‌گذاری

شاخص‌های کارایی

۱) شاخص انتقال مواد غیر مستقیم:

$$\frac{\text{مجموع فواصل قطعات انتقال یافته به صورت خود کار (بدون حمل دستی)}}{\text{کل مسافت طی شده توسط قطعات در مسیر تولید}}$$

۲) شاخص انتقال مواد مستقیم:

$$\text{مجموع فواصل طی شده یک قطعه در کل جریان تولید}$$

۳) شاخص استفاده از جاذبه:

$$\frac{\text{حاصلجمع فواصل عمودی که قطعات این فواصل را به کمک نیروی وزن طی می کنند}}{\text{کل فواصل عمودی طی شده}}$$

٤) شاخص بارگذاری خودکار

$$\frac{\text{حاصل جمع در صدهای زمان گذاشتن و برداشتن بار نسبت به زمان سیکل بار}}{\text{تعداد کار گران این ماشین آلات}\times ۱۰۰}$$

۵) شاخص انعطاف‌پذیری خط تولید:

$$\frac{\text{تعداد ماشین آلات یا ایستگاههای کار که می توان در یک نوبت آنها را انتقال داد}}{\text{تعداد کل ماشین آلات یا ایستگاههای مربوط به قطعه}}$$

٦) شاخص تراکم سطح تولید:

$$\frac{p(m+۲)(n+۲)}{q-(r-u)}$$

m: حداکثر طول ماشین n: حداکثر عرض ماشین

P: کل مساحت مورد نیاز کارگر جهت انجام فعالیت

q: سطح محوطه مورد نظر v: مساحت کل راهروها

u: کل مساحت اشغال شده توسط انبارهای موقت یا دائمی مواد اولیه، ابزار و تجهیزات

۷) شاخص فضای راهروها:

$$\frac{\text{کل مساحت راهروها}}{\text{کل مساحت محوطه}}$$

۸) شاخص فضای انبارها:

$$\frac{\text{مساحت اشغال شده توسط انبار-کل مساحت محوطه}}{\text{کل مساحت محوطه}}$$

۹) شاخص استفاده از حجم انبار

$$\frac{\text{حجمی از انبار که می‌تواند حداکثر موجودی را در خود جای دهد}}{\text{کل مساحت محوطه موجود برای انبار}}$$