

بالانس خط مونتاژ با نرم افزار
Flexible Line Balancing

مقدمه:

امروز بالانس خطوط مونتاژ (Assembly line balancing) گامی اساسی در برنامه ریزی سیستم های تولیدی به شمار می رود. وضعیت متعادل در سیستم های تولیدی به مفهوم بهره گیری از توان متاثر سیستم بوده و عدم دستیابی به یک وضعیت متعادل تنها منجر به هدر رفتن ظرفیتهای مفید سیستم و تحمیل هزینه های گزاف به سیستم میگردد. یکی از مهمترین وظایف مهندسين صنايع ومدیران تولید واحد های صنعتی متعادل سازی سیستم های تولیدی میباشد.

عدم بالانس خطوط مونتاژ مشکلات زیر را به همراه دارد:

● افزایش هزینه های تولید

● تخصیص ناعدلانه کار

● بیکاری اپراتورها

● کارایی و تولید پایین

● وجود گلوگاه در سیستم

متاسفانه اکثر شرکتهای تولیدی برای بالانس خطوط مونتاژ به صورت تجربی وبا نرم افزار EXCEL کار میکنند در صورتی که تفاوت اساسی نرم افزار FLB با EXCEL این است که خروجی نرم افزار EXCEL تنها یک جواب قابل قبول است نه بهینه اما نرم افزار FLB با اجرای مدل بر مبنای زمان سیکل یا تعداد اپراتور نمودار بالانس خطوط را مورد تجزیه تحلیل قرار میدهد.

اصول خط تولید و متعادل کردن آن:

خط تولید عبارت است از استقرار منظمی از ایستگاههای کاری که به صورت متوالی و منظم در کنارهم مستقرشده اند و مواد به صورت یکنواخت در طی آنها در مسیری معقول جریان دارند. طراحی خطوط مونتاژ سلسه ای پیچیده است که تنها با همکاری نزدیک و مشارکت تنگ تنگ میان مهندسين، طراحان، مدیران و حتی جامعه شناسان قابل بحث و بررسی است.

برای پرداختن به مسئله متعادل کردن خطوط اطلاعات ذیل مورد نیاز میباشد:

- حجم تولید
- لیست عملیات وتوالی آنها
- زمانهای مورد نیاز برای هر عملیات

توجه:

از جمله نکاتی که باید در خطوط مونتاژ مورد توجه قرار گیرد اصل حداقل مساحت ایستگاههای کاری است که باید در حداقل فاصله نسبت به هم باشند. و مواد مورد نیاز در خط به صورت پیوسته و با نرخ ثابت در جریان باشند. به طوری که تقسیم کار، گردش کار و مشغولیت در ابتدا، انتها و تمام طول خط به میزان استاندارد تخصیص یافته باشد.

عناصر کلیدی در FLB:

1. **عنصر:** یعنی یک عنصر از نمودار تقدم و تاخر
2. **زمان سیکل:** زمان بین دو محصول متوالی خروجی را گویند
3. **نمودار تقدم و تاخر:** این دیاگرام نشان دهنده توالی انجام عملیات و وابستگی آنهاست به عبارت دیگر این دیاگرام نشان دهنده پیش نیازی هر عملیات میباشد. در اصل این نمودار ارتباط بین هر فعالیت با سایر فعالیت ها را نشان می دهد. در این نمودار هر فعالیت به صورت گره و رابطه ی بین فعالیت ها به صورت فلش است.

4. مونتاژ: ترکیب و اتصال قطعات در جهت تکمیل محصول

5. ایستگاه مونتاژ: مکانی که در آن چندقطعه به هم متصل میشوند که در آن فعالیت مشخصی انجام میشود.

6. خط مونتاژ: مسیری که برای تکمیل و مونتاژ محصول است که از به هم پیوستن قطعات اصلی شروع شده و تا پدید آوردن محصول نهایی ادامه دارد.

7. بالانس خطوط مونتاژ: روشی برای اختصاص دادن مقادیر یکسان کار به ایستگاههای مختلف کاری.

اهداف بالانس خطوط مونتاژ:

- بهبود بهره وری
- کاهش زمان طراحی مجدد فرایندها
- حداقل کردن سایز BUFFLE ها بین ایستگاهها
- افزایش حجم تولید
- استفاده بهینه از منابع
- کاهش هزینه های تولید

ایستگاه گلوگاه در خط تولید:

خروجی خط تولید وابستگی کاملی بایستگاه گلوگاه دارد. ایستگاه گلوگاه ایستگاهی است که دارای بیشترین زمان در خط تولید است و در واقع کندترین ایستگاه نیز به حساب می آید. یعنی ایستگاهی است که مجموع زمان عناصر کاری تخصیص یافته به آن بیشتر از سایر ایستگاهها است. در کل ایستگاههایی که دارای زمان بیشتر از نرخ خروجی مورد نیاز هستند، ایستگاههای گلوگاه به حساب می آیند. نرخ خروجی خط زمانی است که در طی آن یک قطعه از خط خارج میشود. (مثلا هر 2 دقیقه 1 ماشین)

هدف اصلی از بالانس خط:

در بالانس خط باید سعی شود که زمان ایستگاههای کاری به هم بسیار نزدیک و سقف آنها نرخ خروجی موردنیاز خط باشد تا انباشته بین ایستگاهی و بیکاری ایجاد نگردد و بدین ترتیب حداقل ایستگاههای کاری و عناصر وابسته به هر ایستگاه به دست می آید. از فرایند بالانس خط انتظار میرود تا بهترین ترکیب بین نیروی انسانی و تجهیزات و تسهیلات را به منظور برآورده نمودن نیازمندی های یک سیستم فراهم آورد تا در نهایت هزینه ها در محیط سیستم به طور محسوسی حداقل شود.

معرفی نرم افزار Flexible Line :Balancing

نرم افزار FLB ابزار مفیدی در حوزه بالانس خطوط تولید و مونتاژ میباشد این نرم افزار قادر است خطوط تولید و مونتاژی که دارای پیچیدگی های فراوانی میباشد را بالانس نماید این نرم افزار محصول شرکت Production Technology یکی از شرکت های آمریکایی میباشد. با استفاده از نرم افزار FLB میتوان به راحتی نمودار تقدم تاخر را رسم کرد و سپس محدودیت ها و روابط بین فعالیت ها را تعریف نمود. پس از طراحی مدل میتوان با دو معیار زمان سیکل و یا تعداد کارگر مدل را اجرا نموده و تعداد بهینه ایستگاهها و یا زمان سیکل بهینه را محاسبه نمود.

FLB ابزار مناسبی برای مهندسين توليد، مهندسين صنايع، سرپرستان واحدهای توليدي ومدیران یا برنامه ریزان به شمار می آید که به وسیله آن میتوانند تخصیص منابع ونیروهای انسانی خود را برای خطوط توليد ومونتازانجام داده وبه نتیجه بهینه دست یابند.

کارآیی نرم افزار FLB:

1. دست یابی به بالاترین راندمان موجود در خصوص بالانس خطوط تولید و مونتاژ

2. FLB قادر است کلیه محدودیت های موجود در دنیای واقعی را مدل نماید.

➤ پیش نیازی

➤ هم گروهی

➤ مستقل بودن

➤ مجزا بودن

3. FLB نرم افزاری است که در خصوص واحدهای زمانی بسیار انعطاف پذیر است : ثانیه، دقیقه، ساعت

4. امکان تجزیه تحلیل حساسیت.

5. امکان طراحی بانک های اطلاعاتی و استفاده از آن در حل مسائل مشابه.

6. ترسیم نمودار تقدم تأخر بعد از اجرای بالانس و تغییر رنگ عملیات ها در یک ایستگاه کاری.

7. گروه بندی فعالیت های موجود در هر ایستگاه بعد از عملیات بالانس.

مجموعه ای از گام ها و فاز هایی که برای بالانس خطوط مونتاژ نیاز است:

1. ورود به محیط نرم افزار:

- A. کلیک روی آیکن اجرایی نرم افزار FLB
- B. ورود به صفحه ی اصلی نرم افزار (گزینه process)
 - I. قسمت بالای صفحه؛ محیط ورود داده ها
 - II. قسمت پایین صفحه ؛ شمای گرافیکی نرم افزار

پس از درج اطلاعات(داده های اولیه) و مشخصات مربوط
به هر عملیات، شمای گرافیکی یا به عبارتی نمودار
تقدم تأخر فعالیت ها در محیط گرافیکی نمایش داده
میشود.

2. پیکره بندی عملیات های خطوط مونتازدر محیط FLB:

Process → edit → insert یا append →
→ ایجاد فعالیت در نمای گرافیکی

به تعداد فعالیت هایی که نیاز داریم روی گزینه های
فوق کلیک کرده به مراتب در شمای گرافیکی
فعالیت ها به شکل دایره به تصویر کشیده میشوند
که بالای هر دایره ما بین زمان استاندارد انجام هر
فعالیت میباشد.

ستون NO: نشان دهنده ردیف مربوط به هر فعالیت
نه شماره آن.

ستون Work Station#: شماره ایستگاهی که آن
فعالیت در آن انجام میگردد.

ستون Work Area: در این ستون محوطه کاری یا
شماره دیوارتمان نصب میگردد.

ستون Elem Task Description: نام فعالیت ها را
در هر سلول وارد میکند.

ستون ST: زمان استاندارد مربوط به هر فعالیت وارد میشود که میتواند بر حسب دقیقه ، ثانیه و یا حتی ساعت باشد به شرط اینکه برای کلید فعالیت ها از یک نوع زمان استفاده شود.

روابط بین فعالیت ها:

A. رابطه پیش نیازی (ستون prec):

در این قسمت فعالیت هایی که پیش نیاز هم هستند وارد میشوند در این ستون شماره عنصر پیش نیاز با فعالیت مربوطه را وارد کرده در صورتی یک فعالیت چند پیشنیاز داشته باشد با علامت "و" از یکدیگر جدا میشوند با وارد کردن پیشنیازی ها در این ستون درشمای گرافیکی تغییرات به صورت اتو ماتیکی اجرا می شوند .

B. رابطه مجزایی (ستون sep):

ماهیت بعضی فعالیت ها طوری است که نباید کنار انجام شوند مانند جوشکاری و رنگ کاری. پس از اعمال این قید در ستون sep به طور اتوماتیکی در شمای گرافیکی فعالیت های مربوطه با خط چین قرمز مجزا میشوند.

C. رابطه مستقل (ستون ind):

برخی فعالیت ها به گونه ای است که باید مستقلا توسط انسان ویا یک ماشین انجام شوند، مانند عملیات بازرسی.

T → فعالیت مستقلى که باید توسط انسان انجام شود

M → فعالیت مستقلى که باید توسط ماشین انجام شود

F → فعالیت مستقل نیست بلکه وابسته است

D. رابطه هم گروهی (ستون grp):

ماهیت بعضی فعالیت ها به صورتی است که باید در کنارهم ویا در یک گروه کاری انجام داده شوند. اگر دو فعالیت در شمای گرافیکی قرمز رنگ باشند یعنی این دو فعالیت هم گروه هستند. برای این کار باید در این ستون هر چند فعالیتی که هم گروه هستند از یک نوع numeric، text یا تلفیقی از این دو را وارد کرده وبدون تغییر برای فعالیت های دیگر گروهها نیز وارد شوند.

ستون tools و note:

در ستون tools ابزارها ویا تجهیزات مورد استفاده برای انجام یک فعالیت وارد می شود و ستون note توضیحات اضافی مربوط به آن فعالیت وارد می شود که پر کردن یا نکردن این دو ستون تاثیری در روند محاسبات و خروجی نرم افزار ندارد.

3. اجرای مدل (RUN) :

i. بالانس خط بر مبنای زمان سیکل (takt time)

ii. بالانس خط بر مبنای تعداد اپراتور (worker)

پنجره run → کلیک روی run → اجرای مدل

➤ وارد کردن زمان سیکل □ Takt time

➤ وارد کردن تعداد اپراتور □ # of workers

بالانس خط بر مبنای زمان سیکل:

اگر بالانس خط بر مبنای زمان سیکل باشد با وارد کردن زمان سیکل که باید بزرگتر مساوی بزرگترین زمان استاندارد موجود باشد) در غیر این صورت با پیغام خطا مواجه میشوید) میتوان با زدن OK خروجی نرم افزار را مشاهده کرد. به طوری که محور افقی تعداد ایستگاهها به همراه شماره ایستگاه می باشد و نمودار عمودی مبین زمان می باشد.

نماد T/T : این نماد در بالای نمودار

نمایش داده میشود که مبین زمان

سیکل است.

نماد N/T : این نماد در بالای نمودار نمایش داده

می شود که مبین زمان عملیات در ایستگاه گلو

گاه است.

راندمان نهایی خط : راندمان نهایی خط در

قسمت بالای نمودار در بخش line

balancing efficiency درج شده است.

بالانس خط بر مبنای تعداد اپراتور:

با وارد کردن تعداد اپراتور ها در قسمت # of workers در پنجره RUN و زدن OK خروجی بر مبنای تعداد اپراتور ظاهر می گردد.

ذخیره کردن مدل:

در قسمت فایل این → save یا save as → File → OK → صفحه نام مدل دلخواه را انتخاب نموده

تحلیل حساسیت خروجی مدل و جایابی فعالیت ها:

پس از اجرای مدل بر مبنای زمان سیکل با تعداد اپراتور در صورت نیاز میتوان خروجی را مورد تجزیه تحلیل حساسیت قرار داد تحلیل حساسیت در نرم افزار FLB بررسی میزان تغییر پذیری پارامترهای راندمان خط ، زمان ایستگاه گلوگاه و زمان سیکل در اثر انتقال یک یا چند عملیات از یک ایستگاه به ایستگاه دیگر میباشد.

Process → file → open پنجره مدل → دو نوع مدل

- شامل 10 فعالیت □ Simplex
- شامل 57 فعالیت □ Complex

به منظور تحلیل حساسیت خروجی نرم افزار افزار کافی است که بر روی هر یک از نوارهای قرمز رنگ مربوط به فعالیت ها کلیک کرده که در کل دو حالت پیش می آید:

❖ اگر نوار قرمز رنگی که روی آن کلیک کردیم زرد شد ونوارهای دیگر که سایر فعالیت ها در ایستگاههای دیگر هستند هیچ تغییر رنگی نکردند یعنی این فعالیت قابل جابجا شدن و انتقال به ایستگاه دیگر نیست به عبارتی نوار قرمز رنگ به رنگ زرد در آمده ونوارهای دیگر هیچ تغییر رنگی ندهند آن فعالیت یک فعالیت صلب بوده ونمی تواندانتقال یابد وجابجا شود.

❖ اگر خود نوار قرمز رنگ زرد رنگ شود و بقیه نوارهای دیگر که قرمز رنگ بودند به آبی تغییر رنگ دهند یعنی فعالیت حاضرمی تواند انتقال یافته و به ایستگاههایی که به رنگ آبی در آمده اند تخصیص یابند با هر جابجایی در نوارها و تخصیص فعالیت ها به ایستگاههای کاری دیگر و ارائه جواب ، ممکن است جواب حاضر از بهینگی خارج شود و راندمان کاهش یابد مرتبا ایستگاهها را جابجا کرده تا زمانی که راندمان و زمان عملیات در ایستگاه گلوگاه به حالت بهینه باز گردد.