# ارائه روش خاص طراحی سلولهای تولیدی در تکنولوژی گروهی

احمد نورنگ

هیأت علمی دانشگاه امام حسین (ع)

**چکیده:**

**در این تحقیق ایجاد یك سیستم تکنولوژی گروهی در یك مجتمع صنعتی مطالعه و بررسی شده است. این بررسی عمدتاً در مورد تعیین روش مناسب دسته بندی قطعات و سلولهایی است که مبتنی بر «تجزیه و تحلیل فرآیند تولید» (PFA) در تکنولوژی گروهی می باشد.**

**در این پژوهش، دو روش دسته بندی قطعات به نام «الگوریتم تجزیه و تحلیل دسته بندی در تکنولوژی گروهی» و «روش ابتکاری برای تعیین خانواده قطعات و گروه تجهیزات از طریق گروه بندی قطعات در سیستمهای انعطاف پذیر» مورد نقد و بررسی قرار گرفته و به منظور بهبود و رفع نواقص آنها روش دیگری ابداع شده است.**

**در این روش با در نظر گرفتن معیارهای قابل قبول بودن جواب، نظیر«وضعیت قرار گرفتن ماشین آلات و تجهیزات در یك سلول در کنار هم» و «رعایت فاصله برای ماشین آلاتی که نباید کنار هم قرار گیرند» از یك سو و کمینه کردن میزان حمل و نقل قطعات از سوی دیگر در مورد تخصیص قطعات به سلولهای تولیدی تصمیم گیری می شود.**

# A Method for the Design of Manufacturing Cells in Group Technology

A. Norang

Member of Staff, Imam Hossein Univ.

***Abstract***

*In this research, the implementation of group technology concept in an Iranian manufacturing company has been investigated. Based on production flow analysis, the grouping of parts and the cell formation problem have been studied. A number of existing grouping methods have been considered for this application, while some problems were identified with these methods. This paper proposes an enhanced method which consideres the minimization of the parts transportation, as well as layout feasibility measures.*

## ۱ـ مقدمه

در دنیای صنعتی امروز، مسأله رقابت و ارائه کیفیت برتر، مراکز صنعتی را به تلاش و تدبر واداشته است. در راستای این تلاش انتخاب تکنیکهای مناسب برای ایجاد سیستمهای صنعتی به عنوان یکی ازمهمترین مسائل مطرح می باشد. طبق برآوردی که در ایالات متحده آمریکا به عمل آمده بیش از ۲۵۰ میلیون دلار برای طراحی و باز طراحی هزینه می شود و حدود ۸ درصد تولید ملی برای خرید تجهیزات مصرف شده است. همچنین بر اساس یک بررسی در ۳۳ شرکت صنعتی در آن کشور، مشخص شده که طراحی مفید و مؤثر می تواند ۱۰ تا ۲۰ درصد هزینه کل را کاهش دهد.

این مقاله که عصاره قسمتی از پروژه پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مدرسی با عنوان «طراحی سیستم تولیدی تکنولوژی گروهی به کمک شبیه سازی» است، یک روش جدید برای ایجاد سلولهای تولیدی، ارائه می دهد. این روش با بکارگیری الگوریتمهای CORELAP و CRAFT یک جانمایی را ارائه می دهد و نتیجه به وسیله یک مدل شبیه سازی کامپیوتری ارزیابی می گردد، که این مقاله فقط روش ایجاد سلولهای تولیدی را مدنظر دارد.

## ۲ـ بررسی روشها

جهت دسترسی به یک روش مناسب برای تعیین سلولهای تولیدی، بهتر است که ابتدا روشهای موجود (در دسترس) مورد بررسی قرار گیرند. در میان روشهای موجود ابتکاری، دو روش که از همه بیشتر با مسأله ما، همسوئی دارد بررسی می شود:

الف ـ الگوریتم تجزیه و تحلیل دسته بندی در تکنولوژی گروهی [۱]

در این الگوریتم ابتدا ارتباط ماشین آلات و قطعات در یک ماتریس به نام ماتریس قطعه ـ ماشین نشان داده شده و هر یک از اجزاء ماتریس به صورت زیر تعریف شده است:

$$aij = \begin{cases} 1 & \text{اگر قطعه j روی ماشین i تولید شود} \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

این الگوریتم با استفاده از ماتریس فوق و روشی که توسط Chow , Kusiak ارائه گردیده جای ماشین آلات و قطعات را آنقدر تعویض می نماید تا ماشین آلات را در سلولهای تولیدی مربوط به ماشین(Machine-Cell) و قطعات را در سلولهای تولیدی مربوط به قطعه (Part-Family) دسته بندی کند.

ماتریس قطعه ـ ماشین برای حالت خاصی که ۵ قطعه توسط ۴ ماشین تولید می شود به صورت شکل زیر نشان داده می شود:

نام قطعات

| نام ماشین آلات | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۲ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ |
| ۳ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ |
| ۴ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ |

[aij] = (۲)

برنامه کامپیوتری الگوریتم با زبان BASIC نوشته شده و با IBM-PC اجراء می گردد. برای اجرای این برنامه دوسری اطلاعات ورودی به ترتیب زیر لازم است:

۱) *تعداد ماشین آلات (M) و تعداد قطعات (N)*

۲) *ماتریس ارتباط قطعه ـ ماشین (M × N)*

نحوه ورود اطلاعات برای این حالت خاص در تصویر (۱) و اطلاعات خروجی آن در تصویر (۲) نشان داده شده است.

```
M IS TOTAL NUMBER OF MACHINES   M=4
N IS TOTAL NUMBER OF PARTS      N=5
PLEASE ENTER ELEMENTS OF INCIDENCE MATRIX.
 VALUE OF ROW 1, COLUMN 1 ? 0
 VALUE OF ROW 1, COLUMN 2 ? 1
 VALUE OF ROW 1, COLUMN 3 ? 0
 VALUE OF ROW 1, COLUMN 4 ? 0
 VALUE OF ROW 1, COLUMN 5 ? 0
 VALUE OF ROW 2, COLUMN 1 ? 1
 VALUE OF ROW 2, COLUMN 2 ? 0
 VALUE OF ROW 2, COLUMN 4 ? 0
 VALUE OF ROW 2, COLUMN 5 ? 1
 VALUE OF ROW 3, COLUMN 1 ? 0
 VALUE OF ROW 3, COLUMN 2 ? 1
 VALUE OF ROW 3, COLUMN 3 ? 0
 VALUE OF ROW 3, COLUMN 4 ? 1
 VALUE OF ROW 3, COLUMN 5 ? 0
 VALUE OF ROW 4, COLUMN 1 ? 1
 VALUE OF ROW 4, COLUMN 2 ? 0
 VALUE OF ROW 4, COLUMN 3 ? 1
 VALUE OF ROW 4, COLUMN 4 ? 0
 VALUE OF ROW 4, COLUMN 5 ? 0
```

تصویر(۱)

GROUP TECHNOLOGY PROBLEM

VALUE of M x N : 4 x 5

THE INPUT INCIDENCE MATRIX IS AS FOLLOWS:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

FINAL RESULT:

| | |
|---|---|
| Machine Cell | MC-1: 1 3 |
| Part Family | PF-1 : 2 4 |
| Machine Cell | MC-2 : 2 4 |
| Part Family | PF-2 : 1 3 5 |

END OF PROGRAM

**تصویر (۲)**

این الگوریتم محدودیتی برای ایجاد سلولها در نظر نگرفته است، در صورتی که در عمل محدودیتهای متعددی وجود دارد. مثلاً نوع ماشین آلاتی که می توانند در یک سلول قرار گیرند، می تواند به عنوان محدودیت منظور شود.

ب - روش ابتکاری برای تعیین خانواده های تولیدی ازطریق گروه بندی قطعات در سیستمهای تولیدی انعطاف پذیر [۳]

در این روش ابتدا یک گروه ماشین آلات برای خانواده ای از قطعات در نظر گرفته می شود. البته سعی بر این است که قطعاتی که پس از گروه بندی در یک خانواده قرار می گیرند، از نظر تجهیزات و ابزار، نیازهای تولیدی مشابهی داشته باشند. البته این تشابه نسبی است و برای برخورد واقعی با مسأله، بایستی اختلاف مربوط به قطعات یک خانواده در حداقل میزان ممکن باشد.

در این روش، اختلاف تجهیزات مربوط به قطعات یک خانواده یا «ناهمگنی در تجهیز» به عنوان «ضریب عدم تشابه» تعریف شده است. این ضریب برابر نسبت تعداد تجهیزات غیر مشابه آنها به کل تجهیزات است.

نماهای استفاده شده به شرح زیر است:

*NF: تعداد خانواده ها*

*f: شماره خانواده*

*$n^f$: تعداد قطعات در خانواده f*

*Jif: iامین قطعه در خانواده f*

*P(Jif): تعداد ابزارهای مورد نیاز برای قطعه Jif*

*P(JKf): تعداد ابزار مورد نیاز برای قطعه JKf*

*$C_p$(Jif , JKf): تعداد ابزارهای مشترک در قطعات JKf, Jif*

*DIS(Jif, JKf): تعداد ابزارهای غیر مشترک در قطعات JKf , Jif*

در این صورت داریم:

$$DIS(Jif, Jkf) = P(Jif) + P(Jkf) - 2C_P(Jif, Jkf) \quad (۱)$$

- همچنین می توانیم DC (Jif)[۱] را به عنوان ضریب عدم تشابه قطعه Jif تعریف کنیم. این مقدار برابر متوسط عدم تشابه قطعه Jif با تمام قطعات دیگر درخانواده f می باشد و به صورت زیر محاسبه می شود:

$$DC(Jif) = \frac{\sum_{k=1,k\neq f}^{n^f} DIS(Jif, Jkf)}{\sum_{k=1,k\neq f}^{n^f} P(Jif) + (Jkf)} \quad (۲)$$

CODC(Jif)[۲] به عنوان تناسب قطعه Jif با ضریب عدم تشابه خانواده f تعریف می شود. کمیت فوق مربوط به عدم تشابه در خانواده f به علت حضور قطعه Jif می باشد.

مقدار بزرگ این کمیت نشان می دهد که قطعه Jif سهم عمده ای در عدم تشابه خانواده f دارد. بنابراین نگهداری این قطعه در خانواده f مطلوبیت کمی دارد. این کمیت به شکل زیر محاسبه می شود:

$$CODC(Jif) = \frac{\sum_{k=1,k=i}^{n^f} DIS(Jif, Jkf)}{\sum_{i=1}^{n^f}\sum_{k=1,k\neq i}^{n^f} P(Jif) + P(Jkf)} \quad (۳)$$

$DCF^f$[۳] به عنوان ضریب عدم تشابه برای خانواده f تعریف می شود. این ضریب میانگین وزنی، عدم قطعات ممکن که در خانواده f قرار گرفته اند را نشان داده و به شکل زیر محاسبه می شود.

$$DCF^f = \frac{\sum_{i=1}^{n^f}\sum_{k=1,k\neq i}^{n^f} DIS(Jif, Jkf)}{\sum_{i=1}^{n^f}\sum_{k=1}^{n^f} P(Jif) + P(Jkf)} \quad (۴)$$

$COF^f$[۴] به عنوان تناسب خانواده f با ضریب عدم تشابه کلی تعریف می شود. این کمیت سهم خانواده f را درعدم تشابه کلی نشان داده و به شکل زیر محاسبه می شود:

$$COF^{f} = \frac{\sum_{f=1}^{nf}\sum_{i=1}^{nf}\sum_{k=1,k\neq i}^{nf} DIS(Jif, Jkf)}{\sum_{f=1}^{nf}\sum_{i=1}^{nf}\sum_{k=1,k\neq i}^{nf} P(Jif)+P(Jkf)} \qquad (۵)$$

ODC[5] به عنوان ضریب عدم تشابه کلی تعریف می شود. این کمیت یک میانگین موزون از ارتباط بین هر زوج از قطعات یک خانواده را نشان داده و به صورت زیر محاسبه می شود:

$$ODC = \frac{\sum_{f=1}^{nf}\sum_{i=1}^{nf}\sum_{k=1,k\neq i}^{nf} DIS(Jif, Jkf)}{\sum_{f=1}^{nf}\sum_{i=1}^{nf}\sum_{k=1,k\neq i}^{nf} P(Jif)+P(Jkf)} \qquad (۶)$$

تا اینجا خانواده قطعات که تعداد آنها NF فرض شد، بررسی شدند. حال برای بهبود و بررسی تغییر در روابط بالا، قطعات هر خانواده برای تخصیص خانواده دیگر، کاندید می شوند. اگر این پدیده منجر به حداکثر کاهش در ضریب عدم تشابه شود، افزایش مطلوبیت سیستم را نشان می دهد.

با تخصیص جدید قطعه به خانواده دیگر، یک ترکیب جدید ایجاد می شود، و ضرایب جدیدی به دست می آید. این ترکیب جدید به عنوان یک ترکیب اولیه برای تبیین روش کار در نظر گرفته می شود. این تخصیص (تغییر خانواده قطعه) تا جایی ادامه پیدا می کند که هیچ قطعه ای نیاز به تخصیص مجدد نداشته باشد، یا به عبارت دیگر با تخصیص جدید هیچ بهبودی مشاهده نشود.

۱) با عنایت به این مسأله که قطعات در مراحل مختلف، تولید می شوند و معمولاً در هر مرحله از تجهیزات و ماشین آلات مختلف استفاده می کنند، بسیار مناسب بود که این روش ابتکاری مراحل تولید قطعه را به صورت جداگانه در نظر می گرفت.

۲) در این روش به ظرفیت هر گروه از قطعات که یک سلول تولیدی را تشکیل می دهد توجهی نشده، این عدم توجه ممکن است باعث تراکم تجهیزات و ماشین آلات در یک گروه شده و علاوه بر عدم تناسب با گروه های دیگر، مسأله مدیریت و برنامه ریزی را نیز مشکل سازد.

۳) معمولاً در یک مجموعه تولیدی در بین تجهیزات و ماشین آلات، سنخیت و عدم سنخیت هایی وجود دارد که ایجاب می کند بعضی از ماشین آلات کنار هم و برخی دور از هم قرار گیرند. در این روش ابتکاری به این مسأله توجه نشده است.

۴) با توجه به مورد (۲)، این روش ابتکاری با روش *"PFA"* که در این تحقیق مورد نظر ما است، تناسب ندارد.

با توجه به محدودیتهای دو روش دسته بندی فوق، روش جدیدی با عنوان «روش خاص طراحی سلولهای تولیدی» ارائه می شود.

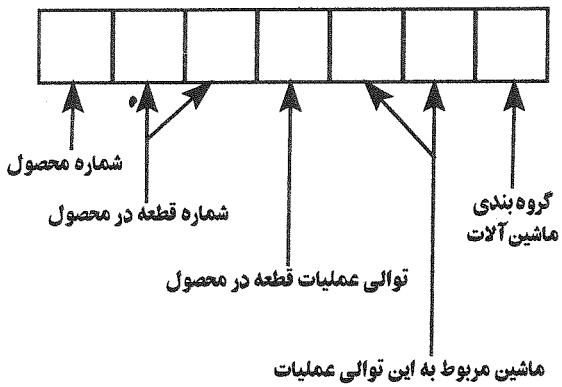
## روش خاص طراحی سلولهای تولیدی

این روش بر اساس مشخصات روش دسته بندی «تجزیه و تحلیل فرآیند تولید» (PFA) در تکنولوژی گروهی ایجاد شده است و در ابتدا یک شیوه کدگذاری قطعات ارائه می دهد که مشخصات قطعات و ارتباط آنها را با ماشین آلات، محصولات و توالی عملیات تبیین می کند. سپس با استفاده از کدهای تبیین شده، دسته بندی قطعات و سلولهای تولیدی ماشین آلات تعیین می شوند.

در اینجا نخست، ساختار کدگذاری معرفی می شود و به دنبال آن، فلوچارت «روش خاص» شرح داده می شود:

*- ساختار کدگذاری*

ساختار کلی نمایش مشخصات قطعه به شکل زیر است:




مشخصه اول مربوط به محصولاتی است که بایستی تولید شوند. با توجه به تعداد تنوع آنها معمولاً یک ستون (یک رقم) برای آن کافی است.

مشخصه دوم مربوط به شماره قطعه در هر محصول است. لازم است در این شماره بندی نظم معینی مد نظر قرار گیرد. این نظم می تواند نمایانگر ترتیب مونتاژ و یا میزان اهمیت قطعات یا مبتنی برچیز دیگری باشد. برای این مشخصه دو

رقم در نظر گرفته شده است.

مشخصه سوم مربوط به توالی عملیات هر قطعه است. این مشخصهٔ کد، دقیقاً ترتیب عملیات قطعه را تبیین می کند. تعداد ستونهای این مشخصه به پیچیدگی قطعات بستگی دارد. اما در این پروژه یک ستون کافی است.

مشخصه چهارم، مربوط به نوع ماشین یا تجهیزات هر توالی عملیات است. این مشخصه با توجه به تعداد کل ماشینها می تواند شامل ۱ یا ۲ ستون به صورت حرف یا عدد باشد.

مشخصه پنجم، مربوط به گروه بندی ماشین آلات و تجهیزات است. با این قسمت از کد، معین می شود که ماشین مربوط به عملیات توالی iام در چه گروهی از ماشین آلات و تجهیزات قرار دارد.

لازم به ذکر است که نوع کدبندی، الگوریتم را در همه مراحل هدایت و کنترل می کند.

اکنون فلوچارت روش را که در صفحه بعد نشان داده شده، شرح می دهیم.

این شرح به ترتیب توالی بلوکهای فلوچارت انجام می شود:[۶]

۱) مشخصات قطعات که در کدگذاری منظور شده درج می شود. این اطلاعات شامل محصولی که قطعه متعلق به آن است، ماشین آلات، توالی و مراحل تولید قطعه و زمان تولید قطعه می باشد.

۲) مشخصات ماشین آلات به زبان کد درج می شود.

۳) دسته بندی و گروه بندی ماشین آلات و تجهیزات با در نظر گرفتن تشابه و تضاد بین ماشین آلات و تجهیزات انجام می شود. مثلاً ماشین آلاتی که در یک سطح تکنولوژی قرار دارند، می توانند در یک گروه قرار گیرند. ازطرف دیگر ماشین آلاتی که متجانس نیستند در گروه های متفاوت قرار می گیرند.

۴) برای کنترل و استفاده از اطلاعات، از علائم زیر استفاده می شود:

$X_{ijk}$= قطعه jام محصول i که در سلول ۱ تولید می شود.

$A_{ijk}$= تعداد تنوع ماشین آلات برای تولید $X_{ijk}$

$T_{ijk}$= زمان تولید قطعه $X_{ijk}$

$TM_s$= زمان کاری ماشین $M_s$

$M_{ijk}$= نوع ماشین تولیدی قطعه $X_{ijk}$

$M_{sk}$= تعداد ماشین $M_s$ در سلول یا خانه K

لازم به ذکر است نوع محصول که با کد i شناسائی می شود، در رابطه با قطعه معنی پیدا می کند زیرا در این الگوریتم به مشخصات تکنولوژی قطعه توجه می شود و به این علت نقش قطعه بیش از محصول است.

۵) تیراژ محصولات، تیراژ قطعاتی را که باید تولید شوند مشخص می کند و با داشتن تعداد قطعات، تعداد ماشین آلات در هر سلول معین می شود.

۶ و ۷) L شمارنده گروه ماشین آلات از ۱ تا M است و K شمارنده تعداد سلولها است.

۸ و ۹) در این مرحله برای تعیین سلول قطعه ای ($X_{ijk}$) که بیشترین تنوع ماشین آلات و تجهیزات ($A_{ijk}$) در آن وجود دارد به عنوان سلول مبنا انتخاب می شود و ماشین آلات مربوطه در آن سلول قرار می گیرند. برای قرار دادن ماشین آلات در سلول مربوطه i=a و J=b می شود و کلیهٔ ماشین آلاتی که i و j آنها برابر a و b است انتخاب می شوند. پس از اینکه این سلول طبق دستور الگوریتم تکمیل شد، مجدداً فلوچارت به این مرحله باز می گردد و سلول جدید تشکیل می شود.

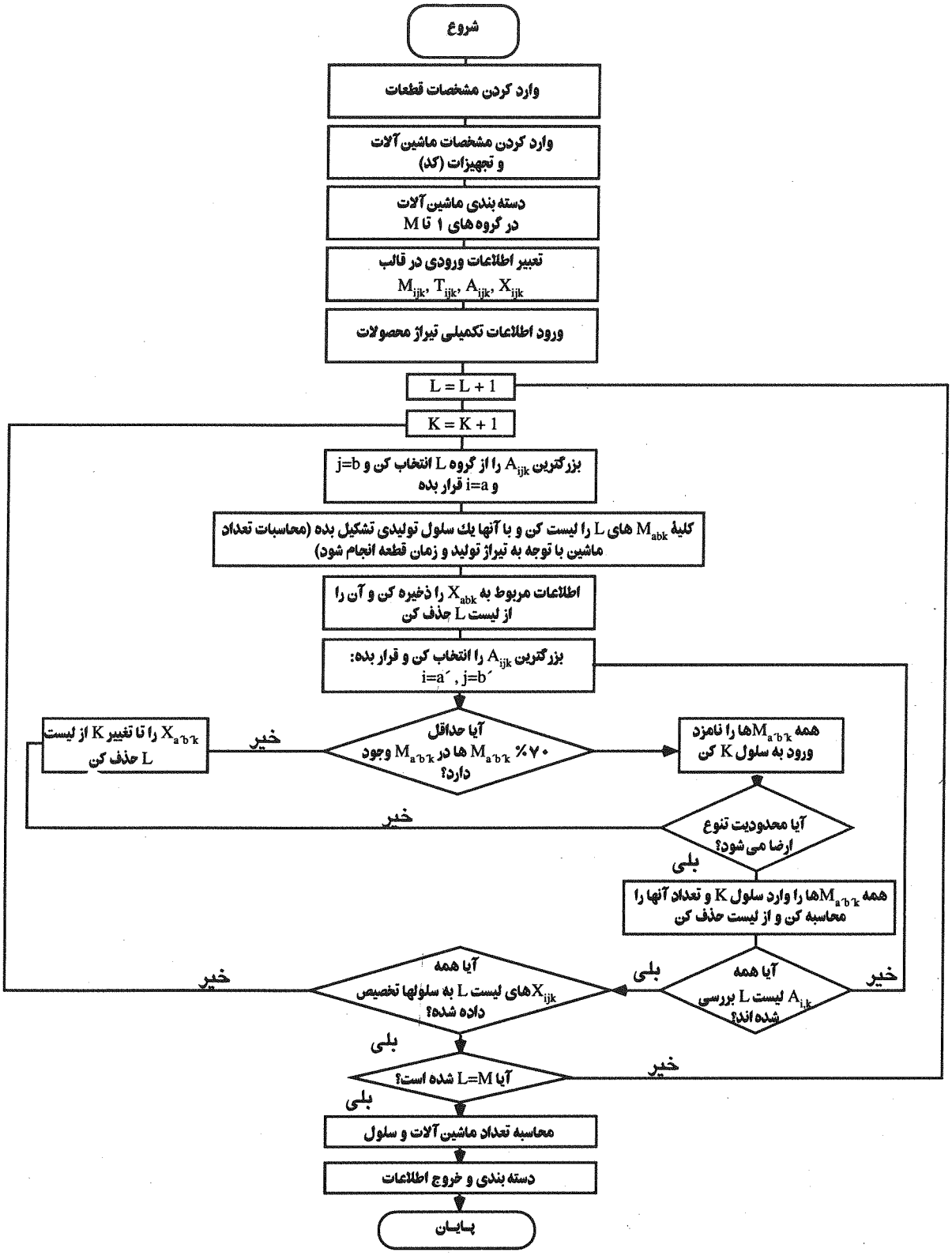
۱۰) پس از تخصیص هر قطعه به سلول، آن قطعه($X_{abk}$) از لیست L حذف می شود و اطلاعات مربوط به شماره سلولی که $X_{abk}$ در آن قرار گرفته در کنار اطلاعات قبلی (ماشین آلات قطعه و زمانهای عملیات) ذخیره می شود.

۱۱) در این مرحله قطعات باقیمانده؛ به ترتیب از قطعه ای که بزرگترین تعداد تنوع ماشین آلات (بزرگترین $A_{ijk}$) را دارد جهت کامل کردن سلول ایجاد شده بررسی می شوند.

توضیح: این بررسی با در نظر گرفتن دو معیار (۱۲) و (۱۴) انجام می شود. به بیان دیگر هر کدام از قطعات باقیمانده درلیست L که با هر دو معیار سازگاری داشته باشد وارد آخرین سلول شده و با در نظر گرفتن زمان تولید قطعات، ماشین آلات لازم به سلول اضافه می شوند.

قطعاتی که با معیار اول یا هر دو معیار ناسازگار باشند موقتاً از لیست L کنار گذاشته می شوند تا سلول جدید ایجاد شود. بوجود آمدن سلول جدید در فلوچارت با تغییر K همراه است. به بیان دیگر K+1 سلول جدیدی نسبت به K است.

۱۲) اولین معیار ورود قطعه به سلول این است که حداقل ۷۰٪ ماشینهای مربوط به قطعه همان ماشین آلات داخل سلول باشند. این ۷۰٪ به صورت نظری و عملی به دست آمده و علت درج آن این بوده که اولاً قطعات هر سلول سنخیت مناسبی داشته باشند. ثانیاً میزان استفاده از


شروع
وارد کردن مشخصات قطعات
وارد کردن مشخصات ماشین آلات و تجهیزات (کد)
دسته بندی ماشین آلات در گروه های 1 تا M
تعبیر اطلاعات ورودی در قالب $M_{ijk}, T_{ijk}, A_{ijk}, X_{ijk}$
ورود اطلاعات تکمیلی تیراژ محصولات
L = L + 1
K = K + 1
بزرگترین $A_{ijk}$ را از گروه L انتخاب کن و j=b و i=a قرار بده
کلیهٔ $M_{abk}$ های L را لیست کن و با آنها یك سلول تولیدی تشکیل بده (محاسبات تعداد ماشین با توجه به تیراژ تولید و زمان قطعه انجام شود)
اطلاعات مربوط به $X_{abk}$ را ذخیره کن و آن را از لیست L حذف کن
بزرگترین $A_{ijk}$ را انتخاب کن و قرار بده: i=a´ , j=b´
آیا حداقل ۷۰٪ $M_{a'b'k}$ ها در $M_{a'b'k}$ وجود دارد؟
خیر
$X_{a'b'k}$ را تا تغییر K از لیست L حذف کن
همه $M_{a'b'k}$ها را نامزد ورود به سلول K کن
آیا محدودیت تنوع ارضا می شود؟
خیر
بلی
همه $M_{a'b'k}$ها را وارد سلول K و تعداد آنها را محاسبه کن و از لیست حذف کن
آیا همه $A_{i,k}$ لیست L بررسی شده اند؟
خیر
بلی
آیا همه $X_{ijk}$های لیست L به سلولها تخصیص داده شده؟
خیر
بلی
آیا L=M شده است؟
خیر
بلی
محاسبه تعداد ماشین آلات و سلول
دسته بندی و خروج اطلاعات
پایان

ماشین آلات در حد قابل قبولی باشد.

۱۳) در صورتی که قطعه با معیار اول هماهنگ باشد، ماشین آلات مربوط به آن نامزد ورود به سلول می شوند تا با بررسی معیار دوم و سازگاری با آن، وارد سلول شوند.

۱۴) دومین معیار ورود قطعه به سلول محدودیت تنوع ماشین آلات است که به این صورت تعبیر می شود که اگر m حداکثر تعداد تنوع مجاز ماشین آلات و تجهیزات هر سلول و k شماره هر سلول باشد، بایستی معادله زیر برقرار باشد:

بافرض:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{اگر } K=V \text{ ( و تعریف شده)} & M_{ijk}=1 \\ \text{درغیر اینصورت} & M_{ijk}=0 \end{array}\right\}$$

$$\text{برای هر } K=V \qquad \sum_i \sum_i M_{ijk} \le m$$

در نتیجه با اعمال این محدودیت تعداد تنوع ماشین آلات هر سلول کنترل می شود. همان گونه که در فلوچارت آمده در صورتی که این محدودیت ارضا نشود قطعه موقتاً تا تغییر سلول جدید از لیست L حذف می شود.

۱۵) در این مرحله کلیه ماشین آلات مربوط به قطعه اخیر ($M_{abk}$ ها) در سلول قرار می گیرد. لازم به ذکر است که تا اینجا فقط نوع ماشین تخصیص داده می شود. مثلاً ماشین تراش به سلول شماره ۲ وارد می شود. محاسبه تعداد ماشین در سلول در مراحل بعدی صورت می گیرد.

۱۶و۱۷) برای اینکه کلیه قطعات لیست L به سلولها تخصیص داده شوند در اینجا دو کنترل در نظر گرفته شده است. در نتیجه تا زمانی که قطعه ای در لیست L باقی بماند، الگوریتم سراغ لیست بعدی (L+1) نمی رود.

۱۸) توسط این کنترل بررسی می شود که آیا کلیه M لیست بررسی شده اند یا خیر. در صورتی که همه لیستها بررسی شده باشند عملیات تشکیل سلول و تخصیص قطعات به آنها خاتمه می یابد.

برای محاسبه تعداد ماشین آلات در هر سلول از مفهوم رابطه زیر استفاده می شود:

$$\sum T_{ijk} \cdot M_{abk} \cdot N_i \le M_{SK}\, TM \quad (K=7,S$$

($T_{ijk}$ برای مربوط به ماشین)

که در آن تعداد ماشین S در سلول $= M_{SK}$

زمان کاری ماشین $M_S$ در هر شیفت کاری $= TM_S$

۱۹و۲۰) نتایج در مثال عملی (مجتمع صنعتی مورد نظر) نشان داده شده است.

در خاتمه یک نمونه از تعیین سلولهای تولیدی که با نرم افزار این روش تهیه شده نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، این نمونه با اعمال محدودیت تنوع ۵ ماشین برای هر سلول و تیراژ مشخصی از محصولات ایجاد شده و تعداد هر ماشین در هر سلول نیزمحاسبه شده است. لازم به ذکر است که در این نرم افزار با استفاده از الگوریتمهای CRAFT, CORELAP ماشین آلات هر سلول در کنار هم مستقر می شوند و به همین ترتیب سلولها کنار هم قرار می گیرند.

**تعیین کارگاه ها به روش تکنولوژی گروهی**

**توضیح: محدودیت تنوع ۵ ماشین تیراژ محصول ۳۰۰ از نوع ۲ و ۳**

**ماشین آلات کارگاه شماره ۱**

| نام ماشین | تعداد |
|---|---|
| برش گیوتین | ۳ |
| قیچی گرد بر | ۱ |
| پرس | ۱ |
| رول کن | ۲۶ |
| دریل ستونی | ۲ |

**ماشین آلات کارگاه شماره ۲**

| نام ماشین | تعداد |
|---|---|
| تراش | ۳۲ |
| رول کن | ۳ |
| اره لنگ | ۴ |
| دریل ستونی | ۴ |
| فرز عمودی | ۱ |

**ماشین آلات کارگاه شماره ۳**

| نام ماشین | تعداد |
|---|---|
| اره دیسکی | ۱ |
| تراش | ۱ |
| فرز افقی | ۱ |
| برش گیوتین | ۱ |
| خمکن | ۱ |

**ماشین‌آلات کارگاه شماره ٤**

| نام ماشین | تعداد |
|---|---|
| اره لنگ | ۱ |
| تراش | ۱ |
| برش گیوتین | ۱ |

**ماشین‌آلات کارگاه شماره ۵**

| نام ماشین | تعداد |
|---|---|
| ریخته گری فایبرگلاس | ۳ |

**ماشین‌آلات کارگاه شماره۶**

| نام ماشین | تعداد |
|---|---|
| گاززدایی(تزریق) | ۱ |

**ماشین‌آلات کارگاه شماره۷**

| نام ماشین | تعداد |
|---|---|
| برش هوا و گاز | ۳ |
| جوش نقطه ای | ۲ |
| جوش خطی | ۲ |

**منابع:**


[1] Wing S. Chow and Andrew Kusiak. Cluster Analysis for G.T/IE April 1988, No.t.

[2] Kusiak, A.and Chow, W.S.(1987),"Efficient Solving of the Group Technology Problem," Journal of Manufacturing Systems, Vol.6,No.2.

[3] S.P.DUTTA.R.S. LASHKARI, G.HADOL and T.RAVI Conputer & Indus. Eng. Vol.10, 1986. Department of Industrial Enyineeting, University of Windsor, Ontario, N9B. 3pt, Canada.


**پانویس:**

1-Dissimilarity Coefficient of Part Jif

2- Contribution of part Jif to the dissimilarity coefficient of fámily f

3- Dissimilarity Coefficient for family f

4- Contribution of family f.

5- Overull dissimilarity Coefficient.

۶- برای این فلوچارت نرم افزار کامپیوتری تهیه شده و برای درج اطلاعات، سئوالات مربوطه در صفحه مانیتور ظاهر می شود.