

به نام خدا

تجزیه و تحلیل جریان مواد

A.Ghaderi
University of Kurdistan

موضوعات مورد بررسی تاکنون:

□ کلیات و اهداف طرح ریزی، مراحل طراحی کارخانه

□ طراحی محصول

○ مطالعه بازار

○ طراحی محصول

○ ارزیابی ارزش

□ طراحی فرایند

○ انتخاب ماشین آلات. نحوه استقرار ماشین آلات

○ محاسبه خرابی (دور ریز - دوباره کاری)

○ محاسبه تعداد ماشین آلات

○ محاسبه نیروی انسانی مورد نیاز

A.Ghaderi
University of Kurdistan

موضوعات مورد بررسی:

تجزیه و تحلیل جریان مواد

- جریان مواد و عوامل مؤثر بر آن
- انواع الگوهای جریان مواد (افقی - عمودی و ترکیبی)
- تحلیل جریان مواد
- نمودار از-به
- نمودار رابطه فعالیت ها

جریان مواد

- تعیین بهترین مسیری که مواد قطعات و افراد از شروع کار (قسمت دریافت) تا خاتمه آن (قسمت ارسال) بایستی طی کنند.
- جریان مناسب مواد باعث بالا رفتن کارایی کارخانه می شود.
- طراحی استقرار و تعیین الگوی جریان مواد با یکدیگر رابطه نزدیکی دارند.
- معمولاً ابتدا طرح استقرار را تعیین می کنند، اما از قبل یک الگوی کلی برای جریان مواد باید وجود داشته باشد.

عوامل مؤثر بر جریان مواد

- ❑ تجهیزات حمل و نقل خارجی
- ❑ تعداد قطعات در محصول
- ❑ تعداد عملیات در هر قطعه
- ❑ تعداد مونتاژهای فرعی
- ❑ تعداد واحد محصولی که باید تولید شود
- ❑ نحوه قرار گرفتن واحدهای تولیدی و خدماتی
- ❑ انبار مواد اولیه، مواد در جریان ساخت
- ❑ و

انواع الگوهای جریان مواد

- ❑ جریان مواد معمولاً ترکیبی از تعدادی الگوی ساده است که در ادامه به آنها اشاره می شود.
- ❑ یکی از موارد بسیار مهم در الگوهای جریان محل ورود و خروج است زیرا در بسیاری از کارخانجات محل ورود (بخش دریافت) و خروج (بخش ارسال) ثابت بوده و جهت جابجایی آنها محدودیت های بسیاری وجود دارد لذا مسیر جریان بایستی به گونه ای طراحی شود که با محدودیت های موجود تطبیق یابد.
- ❑ الگوهای جریان مواد را می توان بطور کلی به دو دسته الگوی جریان افقی و الگوی جریان عمودی تقسیم بندی نمود.

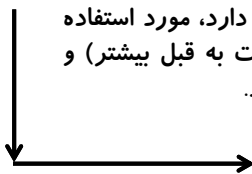
انواع الگوهای ساده (افقی)

خط مستقیم



- فرایند تولید کوتاه و ساده باشد.
- تعداد ماشین آلات کم باشد.

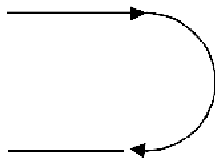
L شکل



این الگو هنگامی که محدودیت از نظر شکل زمین وجود دارد، مورد استفاده قرار می گیرد. تعداد عملیات در این الگو محدود (نسبت به قبل بیشتر) و هنگامی که ورود و خروج در یک طرف نباشد، کاربرد دارد.

انواع الگوهای ساده (افقی)

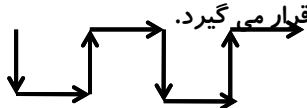
U شکل



- تعداد عملیات زیاد باشد
- تسهیلات حمل و نقل در یک طرف کارخانه باشند.
- نیاز به استفاده از تجهیزات مشترک

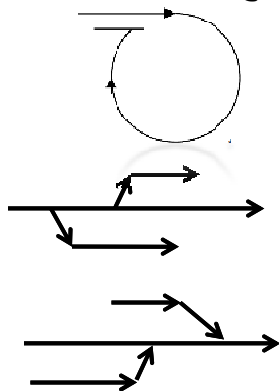
زیگزاگ یا S شکل:

- این الگو هنگامی که فرآیند طولانی باشد، نیاز به عملیات متعدد باشد و همچنین محدودیت فضا وجود داشته باشد مورد استفاده قرار می گیرد.



انواع الگوهای ساده (افقی)

دایره ای: وقتی لازم باشد محصول دقیقاً به محل شروع باز گردد. مثلاً قسمت های دریافت و ارسال در یک جا باشند.



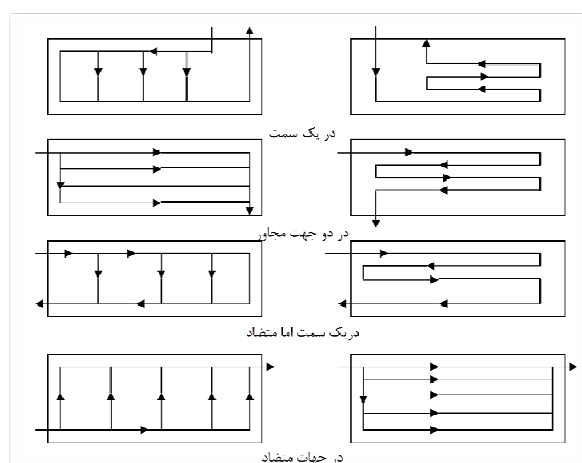
اشعاعی

تغذیه ای

A.Ghaderi
University of Kurdistan

9

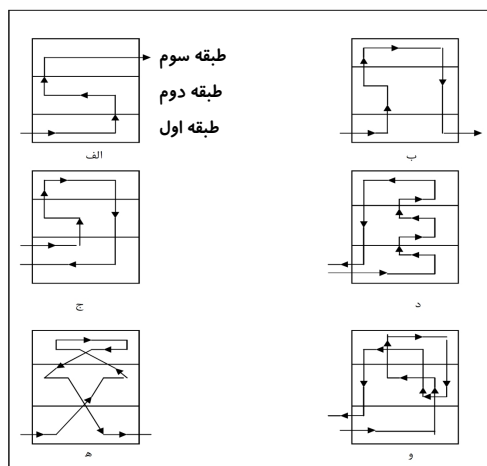
انواع الگوهای ترکیبی افقی



A.Ghaderi
University of Kurdistan

10

انواع الگوهای ترکیبی عمودی



A.Ghaderi
University of Kurdistan

11

تحلیل جریان مواد

برای تحلیل جریان مواد ابزارهای مختلفی وجود دارد که بسته به مورد از این ابزارها استفاده می کنند.

روش های سنتی و ترسیمی

- یک محصول (یک قطعه): نمودار مونتاژ، نمودار فرایند عملیات، نمودار فرایند جریان
- چند محصول (چند قطعه): نمودار چند محصولی
- تعداد زیادی از محصولات (قطعات): نمودار جریان، نمودار از-به
- حجم بالایی از محصولات و قطعات به صورت کیفی: نمودار رابطه فعالیت ها و ...

روشهای کمی یا ریاضی

- برنامه ریزی خطی، تخصیص، برنامه ریزی حمل و نقل، برنامه ریزی پویا، فروشنده دوره گرد و ...

A.Ghaderi
University of Kurdistan

12

تحلیل جریان مواد

- ❑ اگر قصد تحلیل جریان مواد برای یک قطعه یا محصول ساده را داشته باشیم، بهترین ابزار **نمودار فرایند عملیات (OPC)** است که بر اساس آن می توان یک استقرار و ایده اولیه برای جریان مواد بدست آورد.
- ❑ اگر فرایند ساخت پیچیده تر باشد و تعداد قطعات و بخش ها زیاد باشد، از **نمودار از-به** استفاده می شود.
- ❑ در صورتیکه بخواهیم روابط بین بخش ها را (معمولاً بخش های غیر تولیدی) بصورت کیفی بررسی کنیم، از **جدول رابطه فعالیت ها** استفاده می کنیم.

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

نمودار از - به

- ❑ نمودار از - به یکی از ابزارهای متداولی است که در طرح ریزی ماشین آلات و بررسی انتقال مواد بکار برده می شود.
- ❑ این نمودار زمانی که حرکات زیادی بین قسمتهای مختلف وجود داشته باشد می تواند مفید واقع گردد.
- ❑ در کارخانجات بزرگ استفاده می شود

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

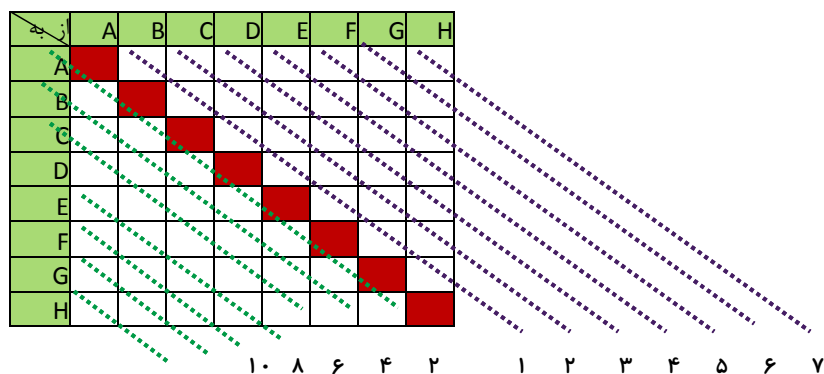
ویژگیهای نمودار از - به

- ❖ هرچقدر اعداد جدول از-به، از قطر فاصله داشته باشد نشان دهنده فاصله طولانی بین بخشها است که نامطلوب می باشد پس باید سعی کنیم، با جابجا کردن محل بخش ها، اعداد را به قطر اصلی نزدیکتر کنیم.
- ❖ جریان زیر قطر نشان دهنده جریان برگشتی یا برگشت به عقب می باشند که با جابجایی سطر و ستون باید آنها را حداقل نمائیم.

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

- ❑ اعداد داخل جدول از - به معمولاً تعداد واحد بار یا تعداد حمل می باشد. مواردی چون تعداد رفت و برگشت های لیفت تراک، کیلوگرم حمل، زمان سفر بین بخش ها و ... نیز می تواند در نظر گرفته شود.
 - ❑ همچنین برای مسافت و هزینه انتقال نیز می توان جدول از-به را تشکیل داد.
- نکته: از آنجا که بحث تنوع قطعات مربوط به **استقرار کارگاهی** است، نمودار از - به نیز برای این نوع استقرار کاربرد دارد.

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)



ضرایب را می توان با توجه به شرایط تغییر داد.

جهت تهیه نمودار "از-به" در ابتدا کاربرک نمودار "از-به" تهیه می شود که به شکل زیر است:

دپارتمان ها قطعات	A	B	C	D
1	10	20	40	30
2	40	20	10	30
3	30	20	10	40

این اعداد نشانگر ترتیب ورود به دپارتمان ها هستند.

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$

$C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$

$C \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow D$

مسیر قطعه 1:

مسیر قطعه 2:

مسیر قطعه 3:

داشتیم:

دپارتمان ها قطعات	A	B	C	D
1	10	20	40	30
2	40	20	10	30
3	30	20	10	40

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$

$C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$

$C \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow D$



حال می توان نمودار "از-
به" حجم جریان مواد را
تهیه کرد:

از \ به	A	B	C	D
A	-	1	-	1
B	1	-	-	(1+1) 2
C	-	(1+1) 2	-	-
D	1	-	1	-

19

اعداد موجود در ماتریس (جدول) فوق را می
توان در ضرایبی ضرب کرد. این ضرایب می
توانند بر اساس معیارهای زیر انتخاب شوند:

- مقدار نسبی تولید قطعات مختلف
 - تعداد سفرها بین دپارتمان های مربوط به هر قطعه
 - وزن ، حجم و سایر مواردی از این قبیل
- در اغلب مواقع تعداد سفرها معیار مناسبی است.

۲۰

نکته

در صورتی که دپارتمان ها به صورت خطی قرار گرفته باشند، مطابق نمودار "از - به" داریم:



✓ اعداد زیر قطر اصلی نشانگر برگشت به عقب است.

✓ هر چه قدر از قطر اصلی دور تر شویم ، بیانگر پرش از دپارتمان هاست.

بنابراین جهت بهبود جریان مواد لازم است با تغییر محل دپارتمان ها اعداد زیر قطر اصلی حتی المقدور به بالای قطر اصلی منتقل شود و همین طور حتی المقدور اعداد دورتر از قطر اصلی بخصوص آن هایی که بزرگتر هستند به قطر اصلی نزدیک شوند .

۲۱

مقایسه ی کارایی طرح های مختلف

جهت مقایسه ی کارایی چند طرح مختلف لازم است **گشتاور** هر طرح محاسبه شود.

جهت محاسبه گشتاور یک طرح لازم است نمودار "از - به" حجم جریان مواد، خانه به خانه در نمودار "از - به" فاصله و نمودار "از - به" هزینه و نمودار "از - به" جریمه ضرب شود.

ماتریس حاصل را **ماتریس هزینه ی کل** می نامند.

با جمع کلیه اعداد این ماتریس، هزینه کل یا **گشتاور کل سیستم** محاسبه می شود.

۲۲

ماتریس فاصله (نمودار "از - به" فاصله)

از \ به	A	B	C	D
A	-	14	20	50
B	15	-	20	30
C	10	15	-	17
D	24	23	16	-

بیانگر فاصله ی بین بخش های مختلف است.

در صورتی که فواصل مشخص نباشند آنگاه ماتریس فاصله را معمولاً به این صورت تشکیل می دهند:

از \ به	A	B	C	D
A	-	1	2	3
B	1	-	1	2
C	2	1	-	1
D	3	2	1	-

23

ماتریس هزینه (نمودار "از - به" هزینه)

بیانگر هزینه ی حمل واحد جریان مواد به ازای واحد مسافت است.

در صورتی که سیستم حمل و نقل بین کلیه ی دپارتمان ها یکسان باشد، آنگاه کلیه ی اعداد ماتریس هزینه یکسان است . بنابراین تحت چنین شرایطی کلیه ی اعداد ماتریس هزینه را جهت سهولت ۱ در نظر می گیریم .

۲۴

ماتریس جریمه (نمودار "از-به" جریمه)

مقدار جریمه ی حرکت بین دیارتیمانها را مشخص می کند.

مثلاً ماتریس جریمه می تواند به صورت زیر باشد :

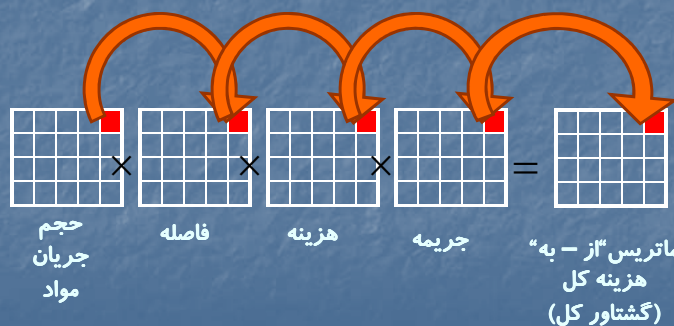
از \ به	A	B	C	D
A	-	1	1.2	1.4
B	2	-	30	2
C	4	2	-	1
D	5	4	2	-

نخواهیم پرسش به جلو داشته باشیم!

نخواهیم بین دو دیارتیمان اتصال داشته باشیم!

نخواهیم برگشت به عقب داشته باشیم!

بنابراین با ضرب خانه به خانه چهار ماتریس حجم جریان مواد، فاصله، هزینه و جریمه، ماتریس "از - به" هزینه کل (گشتاور کل) می آید .



برای حساب کردن گشتاور کل می بایست
تمام خانه های ماتریس نهایی را با هم
جمع جبری کنیم.

از بین چند طرح ، طرحی
مناسب تر است که گشتاور کل
آن کمتر باشد.

27

در تشریح نمودار "از- به" صحبت از دپارتمان های
مختلف و قطعات مختلف بود. بنابراین نمودار "از-
به" برای سیستم خط تولید کاربردی ندارد.

کاربرد بسیار مهم این نمودار در سیستم
کارگاهی جهت تعیین محل قرارگیری
کارگاه های مختلف و در تکنولوژی
گروهی جهت تعیین توالی قرارگیری
ماشین های موجود در یک سلول کاری
است.

28

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

مثال: شرکتی سه نوع قطعه تولید می کند. قطعات ۱ و ۲ تقریباً مشابه هم می باشند، قطعه ۳ تقریباً ۲ برابر قطعات ۱ و ۲ وزن دارد. روش تولید و مقدار تولید هر قطعه به شرح زیر می باشد:

قطعه	تعداد تولید در روز	روش تولید (مسیر ساخت)
۱	۳۰	A-C-B-D-E
۲	۱۲	A-B-D-E
۳	۷	A-C-D-B-E

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

۱- مسیر کلی جریان را به صورت **A-B-C-D-E** در نظر می گیریم. (اختیاری)

نکته: برای رسیدن سریعتر به طرح مناسب بهتر است مسیری انتخاب شود که با مسیر ساخت بیشتر قطعات با توجه به میزان تولید آنها، نزدیکی بیشتری داشته باشد.

۲- رسم جدول از- به برای مسیر مورد نظر

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

قطعه	تعداد تولید در روز	روش تولید (مسیر ساخت)
۱	۳۰	A-C-B-D-E
۲	۱۲	A-B-D-E
۳	۷	A-C-D-B-E

از \ به	A	B	C	D	E
A		۱۲	۳۰ و (۷×۲)		
B				۱۲ و ۳۰	۲×۷
C		۳۰		۲×۷	
D		۲×۷			۱۲ و ۳۰
E					

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

۳- تعیین گشتاور کل

گشتاور بالای قطر اصلی	گشتاور پایین قطر اصلی
$1 \times (12 + 0 + 14 + 42)$	$2 \times (0 + 30 + 0 + 0)$
$2 \times (44 + 42 + 0)$	$4 \times (0 + 14 + 0)$
$3 \times (0 + 14)$	$6 \times (0 + 0)$
$4 \times (0)$	$8 \times (0)$

$$w_1 = 282$$

$$w_2 = 116$$

گشتاور کل $W = w_1 + w_2 = 282 + 116 = 398$

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

قطعه	تعداد تولید در روز	روش تولید (مسیر ساخت)
۱	۳۰	A-C-B-D-E
۲	۱۲	A-B-D-E
۳	۷	A-C-D-B-E

❖ جای بخش های B و C

را بصورت تصادفی

عوض می کنیم

از به	A	C	B	D	E
A		۳۰ و (۲×۷)	۱۲		
C			۳۰	۲×۷	
B				۱۲ و ۳۰	۲×۷
D			۲×۷		۱۲ و ۳۰
E					

A.Ghaderi
University of Kurdistan

33

تحلیل جریان مواد (جدول از-به)

گشتاور پایین قطر اصلی	گشتاور بالای قطر اصلی
$1 \times (44 + 30 + 42 + 42)$	$2 \times (14 + 0 + 0 + 0)$
$2 \times (12 + 14 + 14)$	$4 \times (0 + 0 + 0)$
$3 \times (0 + 0)$	$6 \times (0 + 0)$
$4 \times (0)$	$8 \times (0)$

$$w_1 = 278$$

$$w_2 = 28$$

گشتاور کل $W = w_1 + w_2 = 278 + 28 = 306$

چون گشتاور کل این ترتیب (A-C-B-D-E) کمتر از حالت قبلی است، لذا این ترتیب بهتر است.

A.Ghaderi
University of Kurdistan

34

محدودیت های جدول از-به

نمودار از - به ابزار مناسبی برای تحلیل جریان مواد موارد زیر نیست:

- ارتباط میان بخش های تولیدی - تولیدی و خدماتی - خدماتی را نمایش می دهد اما بخش های تولیدی - خدماتی را نمایش نمی دهد.
 - وجود روابط کیفی بین برخی دپارتمانها (مثلاً ارتباط قسمت های پرسنلی و اداری با هم، ارتباط بین بخشها با بخش آتش نشانی)
 - ارتباط کمی و کیفی با یکدیگر بررسی شوند.
 - ارتباط کمی از نظر تعداد در حجم بالایی است، اما حجم قطعات و وزن قطعات در حدی نیست که کمیت قطعات قابل محاسبه باشد.
- مثلاً ۱۰۰.۰۰۰ ترانزیستور در یک بار حمل برده شود اما با یک پالت

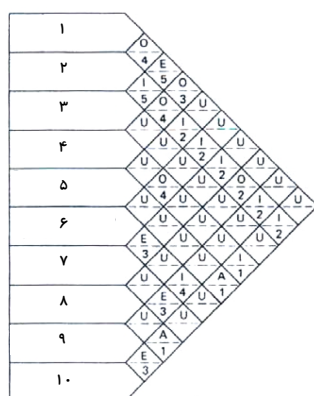
محدودیت های جدول از-به

- ممکن است حجم جریان مواد و وزن خیلی مهم باشد و جابه جایی ها زیاد باشد ولی یک عامل کیفی بیاید و بر عامل کمی غلبه کند مثل مواد ایمنی و خطر آتش سوزی
- مثلاً امکان انفجار مخازن گاز جوشکاری در صورت قرار گیری دو بخش جوشکاری و آبکاری کنار یکدیگر
- در برخی موارد پیدا کردن اعداد داخلی جدول از - به امکان پذیر نباشد (مواد قابل شمارش و اندازه گیری نباشد)

تحلیل جریان مواد (نمودار رابطه فعالیت ها)

- نمودار رابطه فعالیتها
- استفاده برای حالت هایی که ارتباطات بصورت کیفی می باشند
- نشان دادن لزوم نزدیکی یا دوری بخشهای مختلف یک کارخانه
- استفاده برای تمامی بخش ها

تحلیل جریان مواد (نمودار رابطه فعالیت ها)



رنگ	اهمیت (معادل انگلیسی)	اهمیت	نشانه
قرمز	Absolutely necessary	مطلقاً لازم	A
نارنجی	Especially important	اهمیت خاص	E
سبز	Important	مهم	I
آبی	Ordinary closeness	معمولی	O
بی رنگ	Unimportant	غیر مهم	U
قهوه ای	Undesirable	نامطلوب	X

کد	دلایل اهمیت نزدیکی یا دوری
۱	جریان مواد
۲	ارتباط تجهیزات
۳	جریان اطلاعات
۴	بایگانی مشترک
۵	پرسنل مشترک
۶	انبار مشترک
...	سرو صدا، ارتعاشات، بخارات سمی

Facility Planning

درجات روابط متقابل فعالیت ها

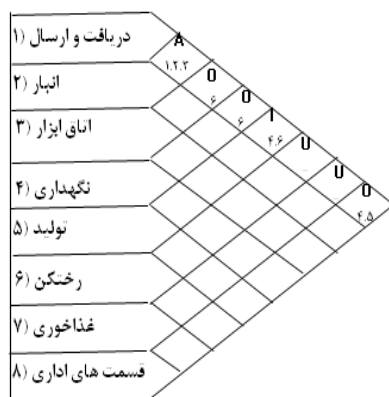
نوعی طبقه بندی از لحاظ درجه اهمیت نزدیکی فعالیت ها توسط ریچارد موتر انجام گرفته تا بر اساس آن در مورد تعیین محل فعالیت ها تصمیم گیری شود. علایم مشخصه آن عبارت اند از:

- A:** مطلقا لازم (رنگ قرمز): نزدیک بودن دو فعالیت مطلقا لازم است.
- E:** اهمیت خاص (رنگ نارنجی): نزدیک بودن دو فعالیت اهمیت خاص دارد.
- I:** مهم (رنگ سبز): نزدیک بودن دو فعالیت مهم است.
- O:** معمولی (رنگ آبی): نزدیک بودن دو فعالیت خوب است.
- U:** غیر مهم (بدون رنگ): نزدیک بودن دو فعالیت مهم نیست.
- X:** نامطلوب (رنگ قهوه ای): دور بودن دو فعالیت بهتر است.

A.Ghaderi
University of Kurdistan

Facility Planning

نمودار رابطه فعالیتها:



دلایل اهمیت:

1	بایگانی مشترک
2	کارمند مشترک
3	فضای مشترک
4	تماس افراد
5	تماس کتبی
6	توالی کار
7	انجام کار مشابه
8	تجهیزات مشترک
9	سروصدا، ارتعاش، گرد و غبار

A.Ghaderi
University of Kurdistan

Facility Planning

دیاگرام رابطه بین فعالیت ها:

Converting Closeness to Affinity

Vowel/Letter Conventions for Diagramming Relationships				
Vowel letter	Number value	Number of lines	Requirements for areas to be close	Color code
A	4	////	Absolutely necessary	Red
E	3	///	Especially necessary	Orange yellow
I	2	//	Important	Green
O	1	/	Ordinary closeness OK	Blue
U	0		Unimportant	—
X	-1, -2, -3, ?	~~~~~	Not desirable	Brown

Figure 7-16. Critical to the clarity of relationship diagrams are the established conventions denoting "closeness" levels.

Facility Planning

دیاگرام رابطه بین فعالیت ها:

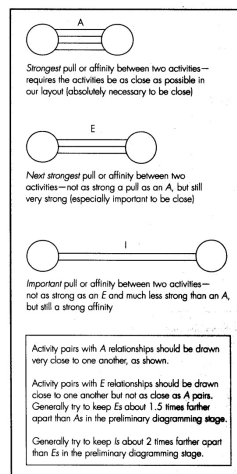


Figure 7-17. Number, width, and length of the bars or lines connecting activities reflect the intensity of the relationship between activities.

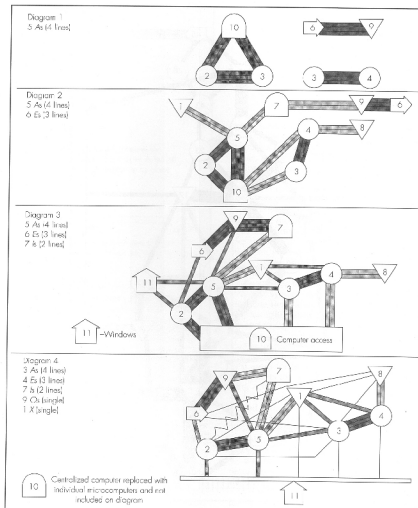


Figure 7-18. Decentralizing an activity is sometimes the solution of choice for high-intensity relationships.