ادارة المراحل التشيدية
كأحد العوامل المؤثرة على الجدوى الاقتصادية
للمشروعات العمرانية

اعـــداد
م.د. عادل السمادونى
استاذ ادارة تنفيذ المشروعات
كلية الهندســـة

يناير ١٩٩٤م

* دراسة التمويل اللازم للمشروع (التدفقات النقدية)
* حساب الفجوات التمويلية

* **تنقسم المشروعات العمرانية الى العديد من العناصر وهى كالتالى:**

* مجموعات سكنية.
* مرافق وشبكات.
* مشروعات انتاجية ومصانع.
* مبانى ادارية.
* مبانى خدمات (مساجد - محلات).
* طرق وتنسيق مواقع وتشييد.

وتلك العناصر تكون مشروع عمرانى كامل مكتمل العناصر ويستغرق استكمال المدن العمرانية عشرات السنين وبالتالى كان من الواجب تقسيمها الى عدة مراحل تحتوى كل مرحلة على العناصر المتكاملة المذكورة أعلاه.

ويتم انشاء المراحل تباعا حيث يكون تمويل المرحلة الأولى وأجزاء من المراحل التالية تمويل من جانب الدولة ويتم استكمال تمويل المراحل التالية للمرحلة الأولى من عدة مصادر وهى:

١- ناتج انتاج المرحلة الأولى.
٢- تمويل الدولة.
٣- مستثمرين.
٤- قروض أو منح من دول أجنبية.

ولبدء تنفيذ المرحلة الأولى والمراحل التالية يتم عمل جدول زمنى تقريبى لانشاء كل مرحلة على حدة متكاملة العناصر وللعناصر ككل ومنها تستنتج الاحتياجات المالية للتمويل لكل مرحلة على حدة مع وضع جميع اقتراحات التمويل المأخوذة فى الاعتبار.

ونتيجة لكون انشاء تلك العناصر ذات طبيعة متكررة أى تكرارية التنفيذ يتم تنفيذ وحدة واحدة وبالتالى تنفيذ الوحدات العديدة بنفس النمط ولذا يتم وضع برنامج زمنى CTM لتنفيذ الوحدة الواحدة يستنتج من الموارد المطلوبة لتنفيذ وبالتالى الاحتياجات المالية (التدفقات النقدية) ثم يستعمل الاسلوب العلمى المساعد للتخطيط الزمنى لتلك المشروعات التكرارية وهو الـ L.O.B والمثالين التاليين يوضحان استخدام الـ L.O.B. Line of Balance التخطيط الزمنى للمشروعات ذات الطبيعة المتكررة يليها المثال الذى يوضح كيفية استنتاج التدفقات النقدية المطلوبة للوحدة الواحدة وبالتالى للعنصر الواحد ثم مجموعة العناصر لتكوين المرحلة ثم المراحل تباعا لكامل المشروع العمرانى.

- **التحليل المالى للمشروع**

أ. حجم العمل الشهرى .

Monthly Work Volume

يتم إستنتاج حجم العمل الشهرى للمشروع طبقا لاسعار البنود المختلفة وزمن تنفيذها وبتوزيع سعر البنود على زمن التنفيذ توزيعا منتظما ثم تجميعها رأسيا يتم الحصول على حجم العمل الشهرى .

مثال : فى المثال السابق تم حساب سعر كل بند (متعاقد عليه) سواء كانت بنود منفصلة مثل الحفر او بند تجميعى يتكون من عدة بنود فرعية مثل التشطيبات الداخلية ويتم توزيعها توزيعا منتظما على زمن تنفيذها ثم جمعها رأسيا فيكون الناتج هو حجم العمل الشهرى شكل (٧).

وبتجميع حجم العمل لكل شهر على السابق له يتم الحصول على حجم العمل التجميعى وفيه يتم رسم المنحنى التجميعى لحجم العمل (S-Curve) شكل رقم (١٠).

ب. الإيرادات الشهرية

بمعرفة حجم العمل الشهرى يتم معرفة قيمة المستخلصات الشهرية وبترحيلها شهرا يتم الحصول على الإيرادات شكل (٩) ومنها تستنتج الإيرادات التجميعية على مدار المشروع

مثال فى المثال السابق يخصم من حجم العمل مايلى

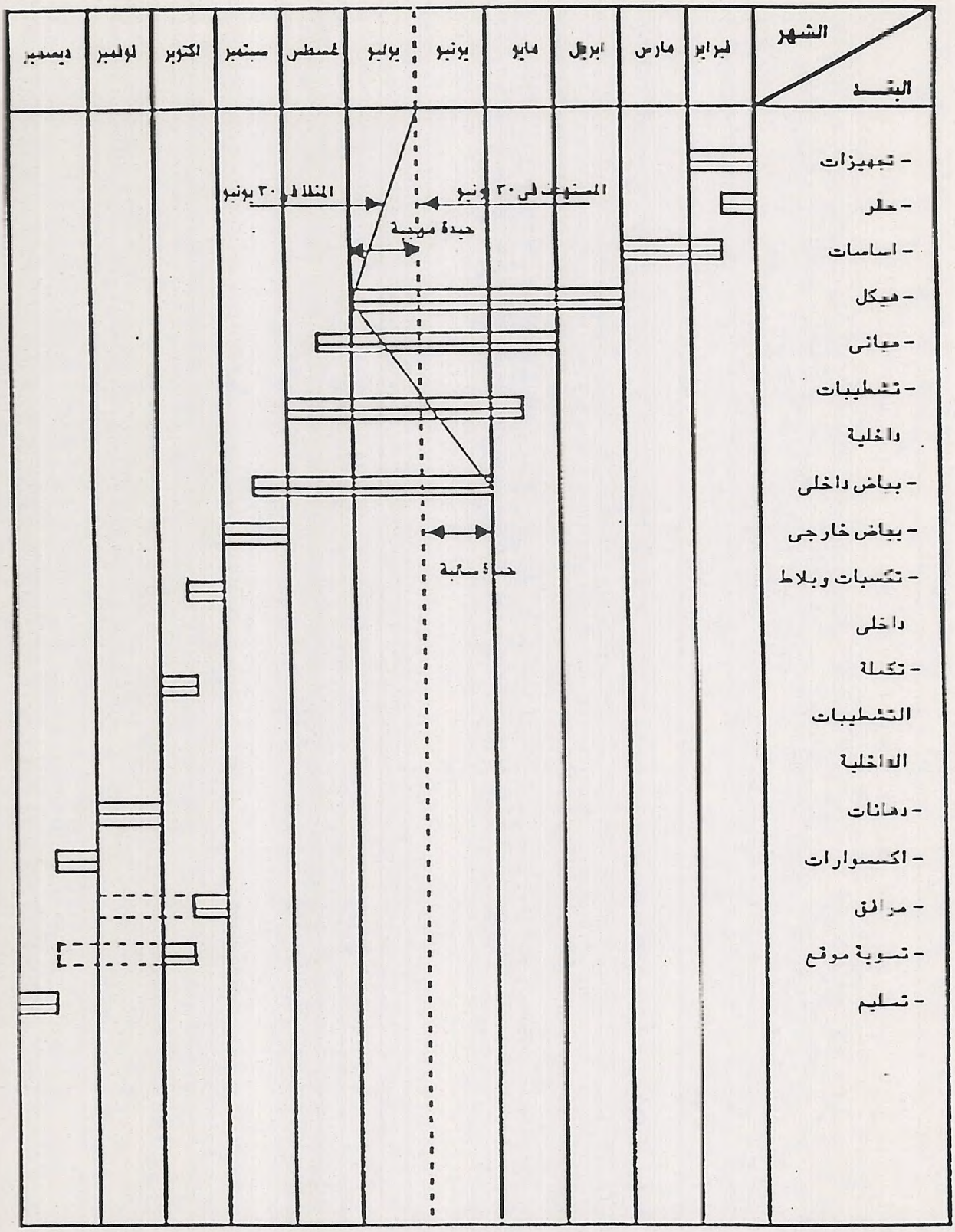
١٠ ٪ تغطية الدفعة المقدمة

٥٪ ضمان ابتدائى

٢٫٥٪ ضرائب ودمغات

البرنامج الزمنى لتنفيذ البنود/الانشطة بواسطة القضبان

شكل (٩)



EPAA CONSULTANCY

برنامج حجم العمل والإيرادات الشهرية

شكل (٧)

البند / الشهر	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	الاجمالى
حفر	٨١٠												٨١٠
اساسات	٨٠٠	٢٦٠٠٠											٣٤٠٠٠
هيكل			١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠							٦٠٠٠٠
مبانى				٤٧٠٠	٤٧٠٠	٤٧٠٠	٢١٠٠						١٦٥٠٠
تشطيبات داخلية				٥٨٠٠	١١٤٠٠	١١٤٠٠	١١٤٠٠						٤٠٠٠٠
بياض داخلى					٢٠٠٠	٢٠٠٠	٣٠٠٠	١٧٠٠					١٠٧٠٠
بياض خارجى								٩٥٠٠					٩٥٠٠
تكسيات وبلاط داخلى									٦٠٠٠				٦٠٠٠
تكمله التشطيبات الداخلية									٥٠٠٠٠				٥٠٠٠٠
دهانات										١٢٦٠٠			٣٦٠٠
اكسسوارات											١٢٠٠٠		٣٠٠٠
مرافق									١٠٠٠٠				١٠٠٠٠
تسوية موقع									١٢٠٠				١٢٠٠
حجم العمل الشهرى	٨٨١٠	١٦٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٥٥٠٠	٣٤١٠٠	٣٤١٠٠	١٦٨٠٠	١١٢٠٠	٦٧٢٠٠	١٢٦٠٠	١٢٠٠٠		٢٥٣٣١٠
In-cash الايرادات الشهرية	٢٥٣٣١	٧٢٦٨	١٣٢٠٠	١٣٣٧٥	٢١٠٢٨	٢٨١٣٣	٢٨١٣٣	١٣٨٦٠	٩٣٤٠	٥٥٤٤٠	١٠٣٩٥	٩٩٠٠	

دفعة مقدمة

الاجمالى ٥ر١٧٪ الإيرادات الشهرية=حجم العمل x ٥ر٨٢٪)
ومثال على ذلك هو ان حجم العمل فى شهر فبراير
= ٨٨١٠ جنيه x ٥ر٨٢ / ١٠٠ وترحيله شهرا يكون إيراد
شهر مارس هو ٧٢٦٨ جنيه .
ملحوظة : إيراد شهر فبراير هو الدفعة المقدمة وهى تمثل ١٠٪ من حجم التعاقد وتساوى ٢٥٣٣١ جنيه وبتجميع إيراد كل شهر على ماقبله يتكون المنحنى التجميعى للإيراد شكل (١١) .

ج. التكاليف الشهرية Monthly Cost
بتكرار ما تقدم شرحه لإستنتاج حجم العمل الشهرى والتجميعى يمكن ايضا الحصول على برنامج التكاليف الكلية بواسطة القضبان وذلك بإستبدال سعر البند بتكاليفه الكلية (سعر البند - الربح المقدر للبند) .
شكل (٨).

د. التكاليف المباشرة (الإنفاقات) الشهرية
يتم حساب التكاليف المباشرة لكل بند وهى تكلفة المواد والعمالة وتشغيل المعدات والتحميلات الإدارية للموقع (التحميلات الإدارية للشركة لاتضاف) ثم توزع توزيعا منتظما على زمن البند وتجمع رأسيا لتعطى الإنفاقات الشهرية.
وبتجميع إنفاقات كل شهر على الذى يليه يتم الحصول على المنحنى التجميعى للإنفاقات .

مثال : في المشروع المذكورة تم حساب التكاليف المباشرة لكل بند ووزعت على الزمن توزيعا منتظما ثم جمعت رأسيا للحصول على برنامج الإنفاقات الشهرية شكل (٩) وشكل (١٠) يمثل المنحنى التجميعى للإنفاقات الشهرية.

هـ الربح الشهرى Monthly Profit
يتم حساب الربح الشهرى والربح التجميعى فى المثال السابق كالتالى الربح = حجم العمل - التكاليف الكلية شكل (١٠)

EPAM CONSULTANCY

برنامج التكاليف الكلية الشهرية

شكل (٨)

البند / الشهر	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	المسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	الاجمالى
حفر	٧٨٠												٧٨٠
اساسات	٧٢٠٠	١٤٧٠٠											٢٢٠٠٠
هيكل			١٣٨٠٠	١٣٨٠٠	١٣٨٠٠	١٣٨٠٠							٥٥٢٠٠
مبانى				٤٢٥٠	٤٢٥٠	٤٢٥٠	٢١٥٠						١٥٢٠٠
تشطيبات داخلية				٥٢٠٠	١٠٥٠٠	١٠٥٠٠	١٠٥٠٠						٣٦٨٠٠
بياض داخلى					٢٨٠٠	٢٨٠٠	٢٨٠٠	١٤٥٠					٩٨٥٠
بياض خارجى								٨٧٥٠					٨٧٥٠
تكسيات وبلاط داخلى									٥٥٠٠				٥٥٠٠
تكمله التشطيبات الداخلية									٤٦٠٠٠				٤٦٠٠٠
دهانات										١١٦٠٠			١١٦٠٠
اكسسوارات											١١٠٠٠		١١٠٠٠
مرافق									٩٢٠٠				٩٢٠٠
تسوية موقع									١١٠٠				١١٠٠
تكاليف كلية	٨٠٨٠	١٤٧٠٠	١٣٨٠٠	٢٣٤٥٠	٣١٤٥٠	٣١٤٥٠	١٥٤٥٠	١٠٢٠٠	٦١٨٠٠	١١٦٠٠	١١٠٠٠		٢٣٢٩٨٠

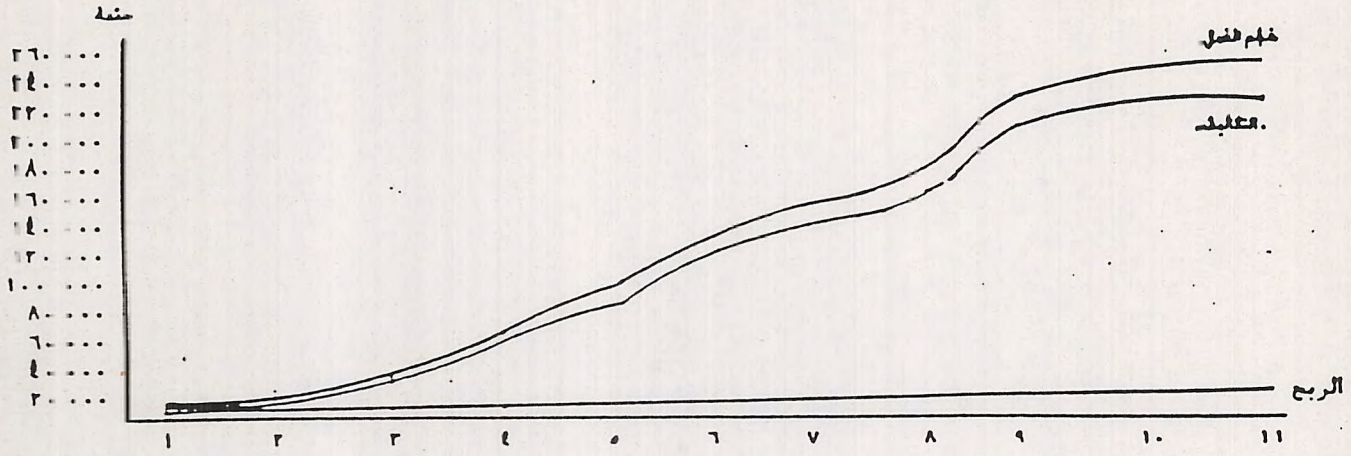
EPAM CONSULTANCY

الإنفاقات الشهرية

شكل (٩)

البند / الشهر	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	المسطى	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	الاجمالى
حفر	٧٠٠												٧٠٠
اساسات	٦٧٠٠	١٣٥٠٠											٢٠٢٠٠
هيكل			٣٦٠٠	١٢٦٠٠	٣٦٠٠	١٢٦٠٠							٥٠٤٠٠
مبانى				٣٨٠٠	٢٠٠٠	٢٨٠٠	٢٠٠٠						١٣٤٠٠
تشطيبات داخلية				١٦٥٠	٩٢٥٠	٩٢٥٠	٩٢٥٠						٣٣٤٠٠
بياض داخلى					٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	١٢٠٠					٨٧٠٠
بياض خارجى								٨٠٠٠					٨٠٠٠
تكسيات وبلاط داخلى									٤٩٠٠				٤٩٠٠
تكمله التشطيبات الداخلية									٤٠٥٠٠				٤٠٥٠٠
دهانات										١٠٢٠٠			١٠٢٠٠
اكسسوارات											٩٧٠٠		٩٧٠٠
مرافق									٨١٠٠				٨١٠٠
تسوية موقع									٩٧٠				٩٧٠
إنفاقات شهرية (تكاليف مباشرة)	٧٤٠٠	١٣٥٠٠	١٣٦٠٠	٢١٠٥٠	٢٨١٥٠	٢٨١٥٠	١٣٧٥٠	٩٢٠٠	٥٤٢٧٠	١٠٢٠٠	٩٧٠٠		٢٠٨١٧٠

حجم العمل، التكاليف، الربح (تجميعي)

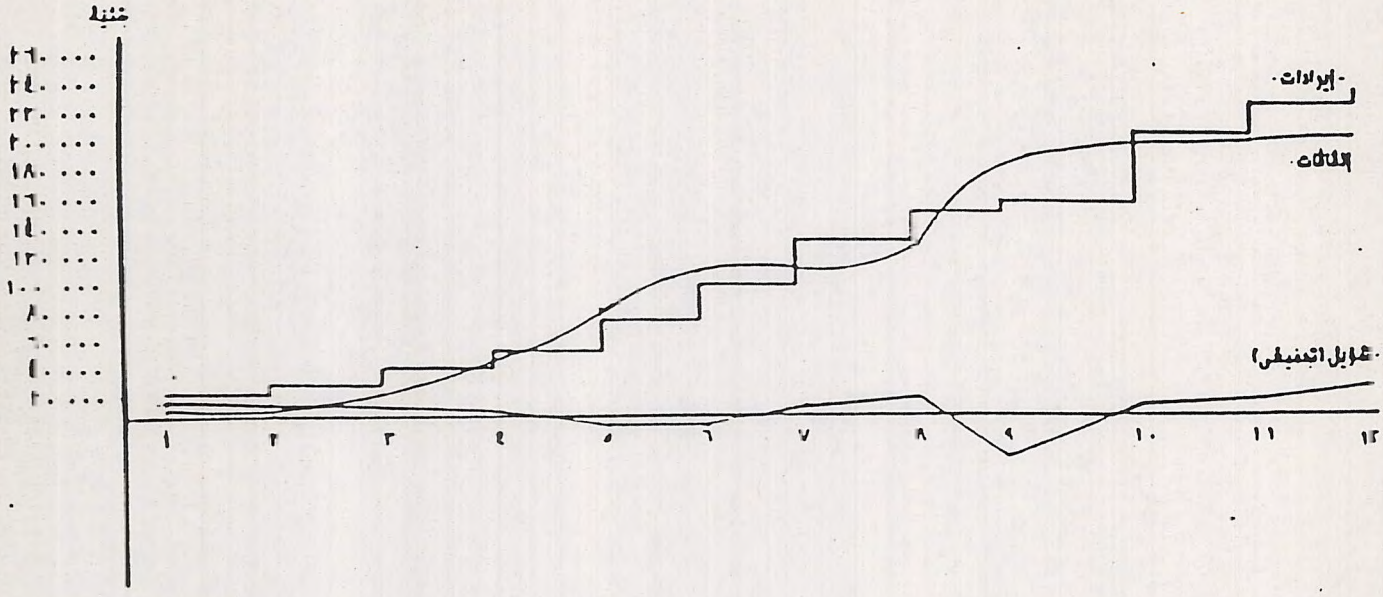


شكل (٩٠)

حجم العمل الشهري	٨٨١٠	١٦٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٥٥٠٠	٢٤١٠٠	٣٤٦٠٠	١٦٨٠٠	١١٢٠٠	٦٧٢٠٠	١٢٦٠٠	١٢٠٠٠
التكاليف الكلية	٨٠٨٠	١٤٧٠٠	١٣٨٠٠	٢٢٤٥٠	٢١٤٥٠	٢١٤٥٠	١٥٤٥٠	١٠٢٠٠	٦١٨٠٠	١١٦٠٠	١١٠٠٠
الربح	٧٣٠	١٣٠٠	١٢٠٠	٢٠٥٠	٢٦٥٠	٢٦٥٠	١٣٥٠	١٠٠٠	٥٤٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠
حجم العمل التجميعي	٨٨١٠	٢٤٨١٠	٣٩٨١٠	٦٥٣١٠	٩٩٤١٠	١٣٣٥١٠	١١٥٠٣١٠	١٦٦٥١٠	٢٢٨٧١٠	٣٤١٣١٠	٣٥٣٣١٠
التكاليف الكلية (المجمعة)	٨٠٨٠	٢٢٧٨٠	٣٦٥٨٠	٦٠٠٣٠	٩١٤٨٠	١٢٢٩٣٠	١٣٨٣٨٠	١٤٨٤٨٠	٢١٠٣٨٠	٣٢١٩٨٠	٣٣٢٩٨٠
الربح (المجمع)	٧٣٠	٢٠٣٠	٣٣٣٠	٥٢٨٠	٧٩٣٠	١٠٥٨٠	١١٩٣٠	١٣٩٣٠	١٨٣٣٠	١٩٣٣٠	٢٠٣٣٠

EPM CONSULTANCY

النفقات - إيرادات - تمويل (تجميعى)



شكل (٦٦)

٢٠٠ جنيه

In-cash إيرادات شهرية	٢٥٣٣٠	٧٢٦٨	١٣٣٠٠	١٣٣٧٥	٢١٠٢٨	٢٨١٣٣	٢٨١٣٣	١٣٨٦٠	٩٣٤٠	٥٥٤٤٠	٤٠٣١٥	٩٩٠٠
Out-Cash نفقات	٧٤٠٠	١٣٥٠٠	١٣٦٠٠	٢١٠٥٠	٢٨١٥٠	٢٨١٥٠	١٣٧٥٠	٩٣٠٠	٥٤٤٧٠	١٠٣٠٠	٩٧٠	----
تمويل	١٧٩٣٠	٣٣٣٢-	٦٠٠	٨٦٧٥-	٧١١٣-	٣٧-	١٤٣٨٣	٤٦٦٠	٤٥٣٣٠-	٤٥٣٤٠	٦٤٥	٩٩٠٠
إيرادات تجميعية	٢٥٣٣٠	٣٢٥٩٨	٤٥٧٩٨	٥٨١٧٣	٧٩٢١١	١٠٧٣٣٤	١٣٥٤٥٧	١٤٩٣١٧	١٥٨٥٥٧	٢١٣٩٩٧	٢٤٤٣١٣	٢٣٤٣٩٣
نفقات تجميعية	٧٤٠٠	٢٠٩٠٠	٣٣٥٠٠	٥٤٥٥٠	٨٣٧٠٠	١١٠٨٥٠	١٣٤٦٠٠	١٣٣٨٠٠	١٨٨٣٧٠	١٩٨٤٧٠	٢٠٨١٣٠	٢٠٨١٧٠
تمويل تجميعى	١٧٩٣٠	١١٦٦٨	١٢٢٩٨	٢٦٣٣	٢٤٨٩-	٣٥٠٦-	١٠٨٧٧	١٥٥٣٧	٣٩٦٩٣-	١٥٥٤٧	١٦٣٤٣	٢٦١٤٣

و. التمويل الشهرى

تطرح (الإيرادات - الإنفاقات) فيتم للحصول على التمويل شكل (٩١)

الناتج موجب ---> الإيرادات اكبر من الإنفاقات

الناتج سالب ---> الإيرادات اقل من الإنفاقات

- **مميزات البرنامج الزمنى بواسطة القضبان**

١- سهل الفهم والقراءة وذلك لجميع مستويات الادارة من الإستشارى الى العامل الفنى

٢- يمكن تحديثه ببساطة

٣- يستخدم فى عمليات المتابعة والمقارنة بين المنجز الفعلى وما تم التخطيط له

٤- يمكن بوضوح رؤية العلاقة بين البرنامج الرئيسى وبرامج ماقبل دخول العطاء

٥- يمكن بواسطته تحديد الإحتياجات من الموارد المختلفة على مدار فترات زمنية مختلفة (اسبوع - شهر)

٦- يمكن بواسطته عمل رقابة ومتابعة على المواد والموارد بصفة عامة

- **عيوب البرنامج الزمنى بواسطة القضبان**

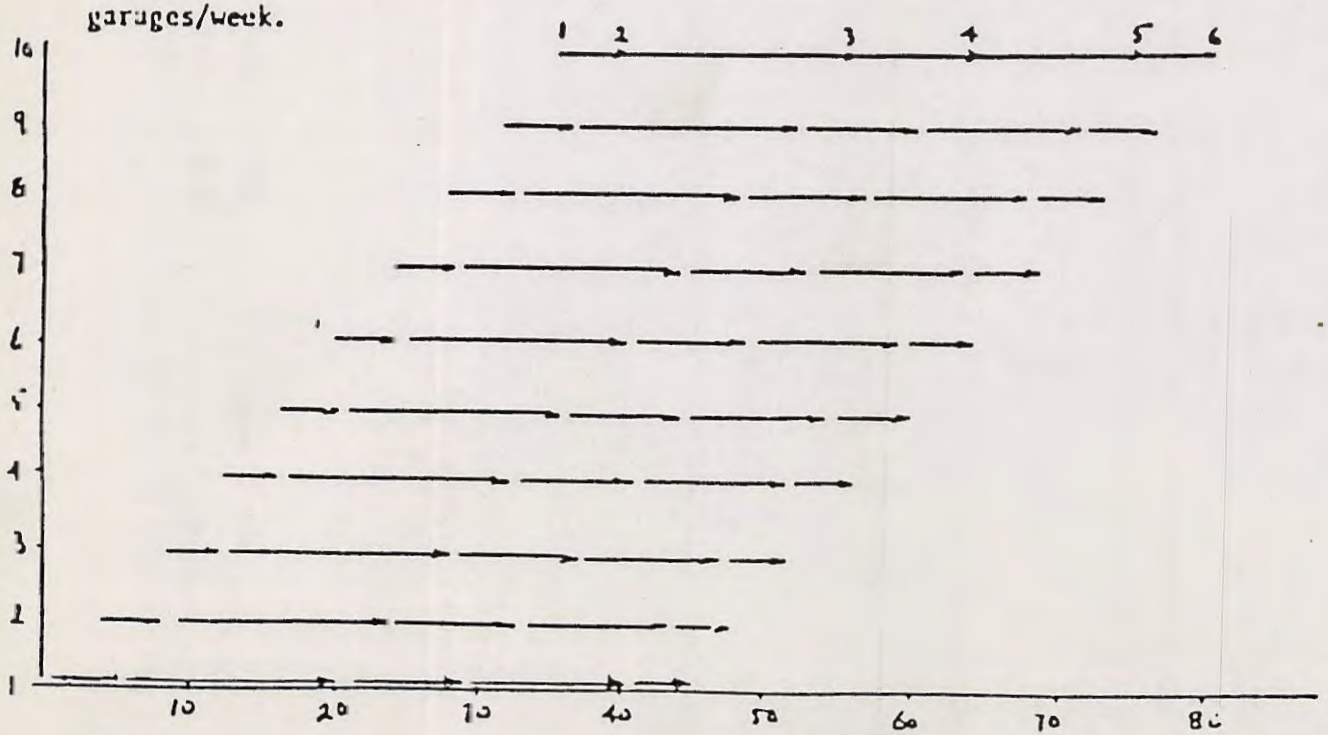
١- يصعب استخدامه فى العمليات ذات الانشطة المتداخلة والكثيرة والمعقدة

٢- لايمكن بواسطته فقط إيجاد المسار الحرج للأنشطة الحرجة (ذات فترات سماح = صفر) فى البرنامج المستهدف او اثناء التنفيذ

Activity	Duration	Resource Multiplication factor	Output for activity if no waiting
1-2 Dig and pour foundations	4 hours	1	1 Every 4 hours
2-3 Build walls	16 hours	4	1 Every 4 hours
3-4 Concrete Floors	8 hours	2	1 Every 4 hours
4-5 Roof and Doors	12 hours	3	1 Every 4 hours
5-6 Paint	4 hours	1	1 Every 4 hours

FULLY BALANCED ←
PARTIALLY BALANCED
ACTIVITY SEQUENCES.

By increasing resources it may be possible to obtain a partially balanced activity sequence or even (as in this case) a fully balanced activity sequence. Since each activity duration is a multiple of 4 hours by having 4 gangs for activity 2-3, 3 gangs for 4-5 a fully balanced activity sequence can be obtained. Note that the rate is 1 every 4 hours for all activities - ie. output = 10 garages per 40 working hours or 10 garages/week.



It is desirable to have production running at same rate for every item.

(a) avoids waiting time - more efficient less waste.
(b) easier management
(c) better labour relations
(d) better pricing
(e) better bonus scheme possible?

Fig-5

EPM CONSULTANCY

Example of line of balance;

Your company has been awarded a contract to erect 124 pylons for the electricity board.

The Table shows the sequential operations involved in the construction of each pylon together with the estimated and required number of men per gang for each operation.

Table; Operation, manhours and number of men

Operation	Manhours	No. of men per operation per gang
A. Excavate	55	4
B. Concrete Foundations	64	4
C. Erect tower	145	8
D. Fix cantilever cable arms	90	8
E. Fix insulators	25	5

The handover rate specified is six pylons per week and this can be taken as the target rate of build.

Prepare a line of balance schedule assuming that each gang works at its natural rhythm. State clearly the contract duration. Assume a five-day week, eight hours per day, and a minimum buffer of two days.

EPM CONSULTANCY

The number of man-hours is

the number of men x the number of hours

ie. 5 menwoking for 11 hours is 55 man hours

Operation	Man-hrs/ pylon	Ideal gang size	Duration hrs	No of gangs to obtain output closest to every 6.667 hrs *	Time between start on first pylon and start on last
Excavate	55	4	13.75	2 when output = 1 every 6.875 hrs (= 0.859 days)	(124-1)x .859 = 105.7 days
Concrete foundations	54	4	16	2 when output = 1 every 8 hrs (= 1 day)	x 1 = 123
Erect tower	145	8	18.125	3 when output = 1 every 6.042 hrs (= 0.755 days)	x .755 = 92.9
Fix cantilever cable arms	90	8	11.25	2 when output = 1 every 5.625 hrs (= 0.703 days)	x .703 = 86.5
fix insulators	25	5	5	1 when output = 1 every 5 hrs (= 0.625)	x .625 = 76.9

* 6 pylons per week of 5 days of 8 hours = 1 pylon every 6.667 hours.

Excavation

Start at day 0 on first pylon and finish on day $\frac{13.75}{8} = 1.7$

Start at day 0+105.7 = 105.7 on pylon No 124 and finish on day $105.7 + \frac{13.75}{8} = 107.4$

(Note:- the accuracy of calculation is overdone in view of likely accuracy of input data - theoretically we have assumed that excavation gang 2 starts after 0.859 days - not a very feasible assumption but then the accuracy is being overdone. If gang 2 starts excavation at day 0 the answers will be only marginally affected.)

Concrete foundations

Start at day 1.7 + 2 (buffer) = 3.7 say day 4 and finish on day $4 + \frac{16}{8} = 6$ for pylon No 1

Start at day 4 + 123 = 127 on pylon No 124 and finish on day $127 + \frac{16}{8} = 129$

Erect towers

Start at day 129 + 2 (buffer) = 131 on pylon No 124 and finish on day $131 + \frac{18.125}{8} = 133.3$

Start at day 131 - 92.9 = 38.1 say 38 on pylon No 1 and finish on day $38 + \frac{18.125}{8} = 40.3$

Fix cantilever cable arms

Start at day 133.3 + 2 (buffer) = 135.3 say day 136 and finish on day 136 + $\frac{11.25}{8}$ = 137.4 for pylon No 124

Start at day 136 - 86.5 = 49.5 say day 49 on pylon No 1 and finish on day 49 + $\frac{11.25}{8}$ = 50.4 .

Fix insulators.

Start at day 137.4 + 2(buffer) = 139.4 say day 140 and finish on day 140 + 5/8 = 140.6 for pylon No 124

Start at day 140 - 76.9 = 63.1 say day 63 and finish on day 63 + 8 = 63.6 for pylon No 1

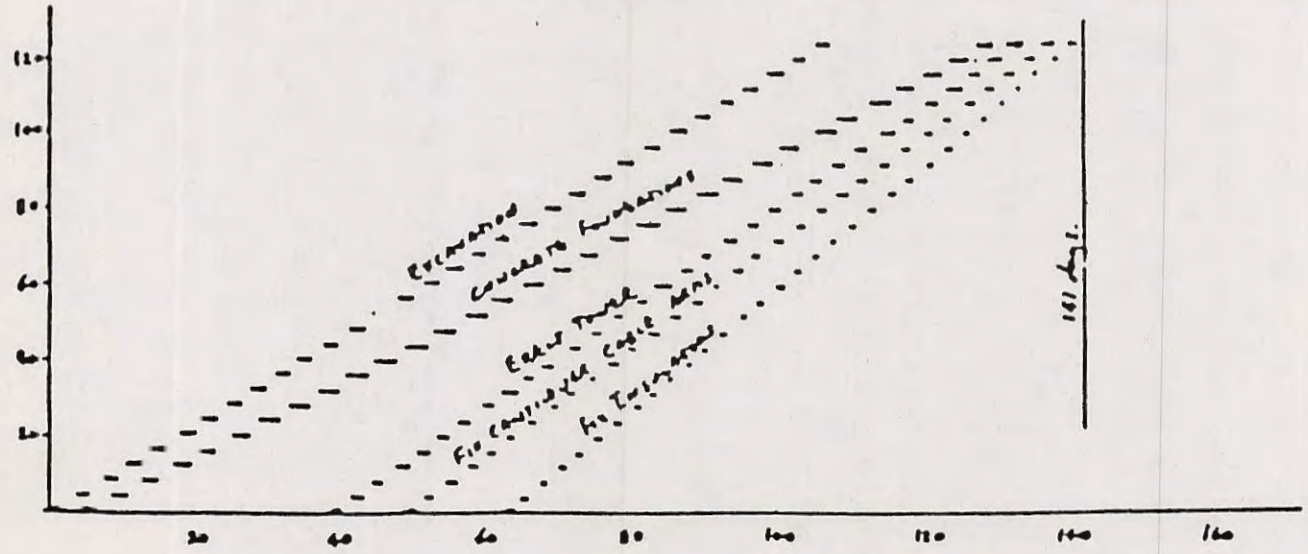


Fig-6

EPM CONSULTANCY

Question 2; Line of balance

The construction plan for a house is shown in Fig.5 Table 5 gives the manhours required and the team size for each operation.

Prepare a line of balance schedule for a contract of 30 houses using a target rate of build of four houses per week and each team working at their natural rate.

Assume a minimumbuffer time of five-days between operations and five 8-hour days per week.

What is the overall duration of the project and when will the first team of bricklayers (superstructure operation)leave the site ?

EPM CONSULTANCY

Question 2; Line of balance

The construction plan for a house is shown in Fig.5 Table 5 gives the manhours required and the team size for each operation.

Prepare a line of balance schedule for a contract of 30 houses using a target rate of build of four houses per week and each team working at their natural rate.

Assume a minimumbuffer time of five-days between operations and five 8-hour days per week.

What is the overall duration of the project and when will the first team of bricklayers (superstructure operation)leave the site ?

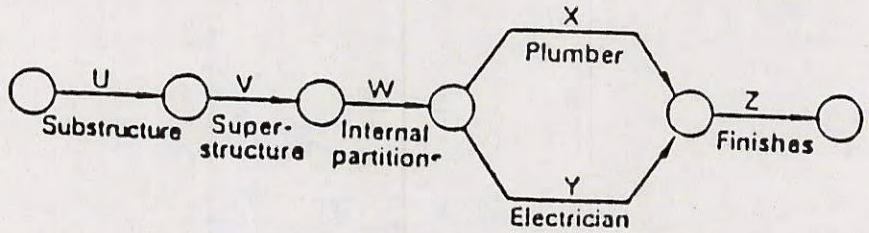


Fig. 5 Construction plan for one house.

EPM CONSULTANCY

Table 5; Manhours and team size;

Operation	u	v	w	x	y	z
Manhours per house	120	290	250	40	30	220
Men per team	3	6	4	3	2	5

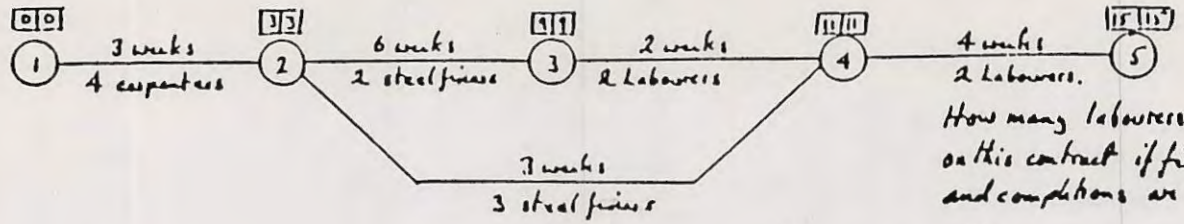
Question 3; Line of balance

Prepare a line of balance schedule for a small contract of 15 houses pased on a rate of build of three houses per week assuming five 8-hour days per week.

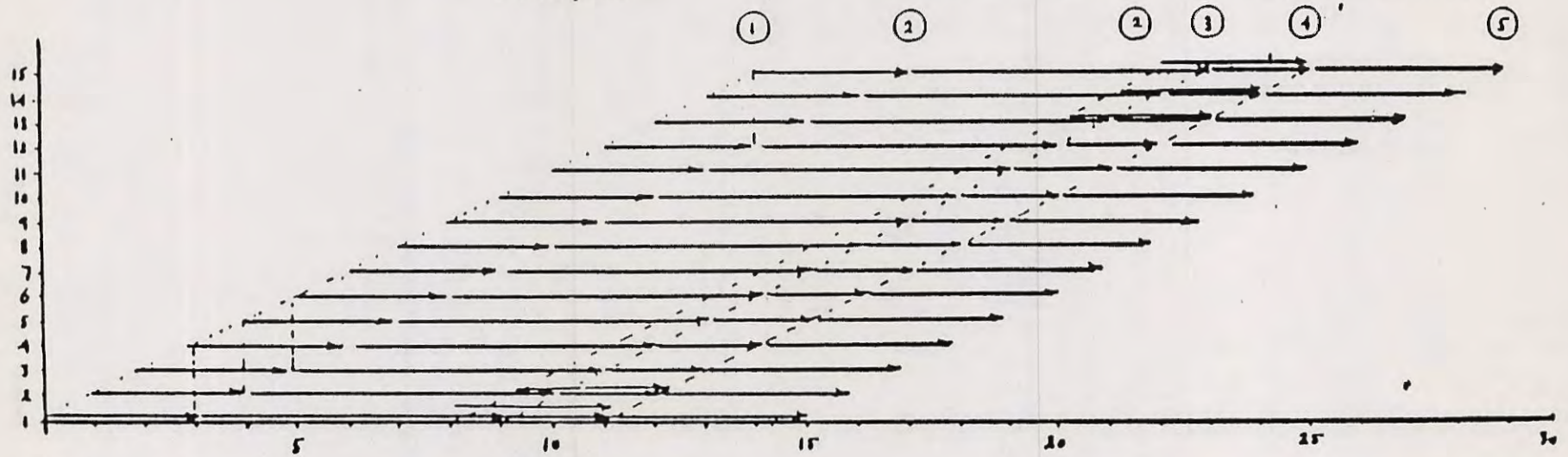
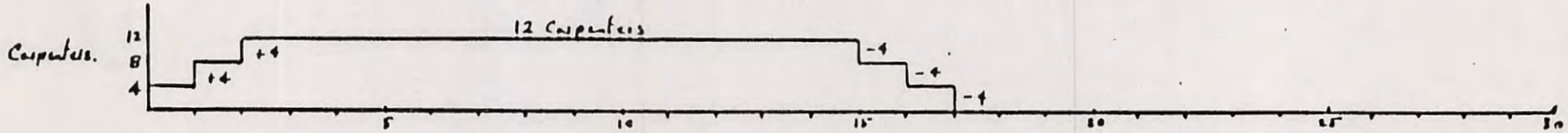
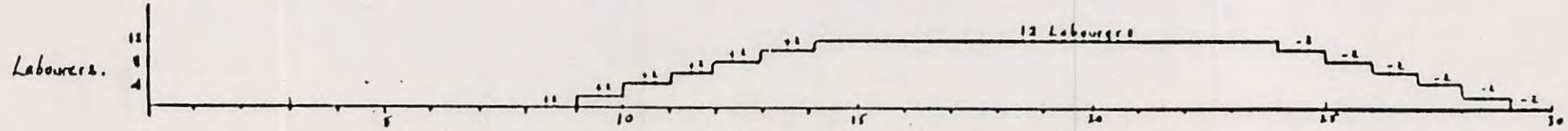
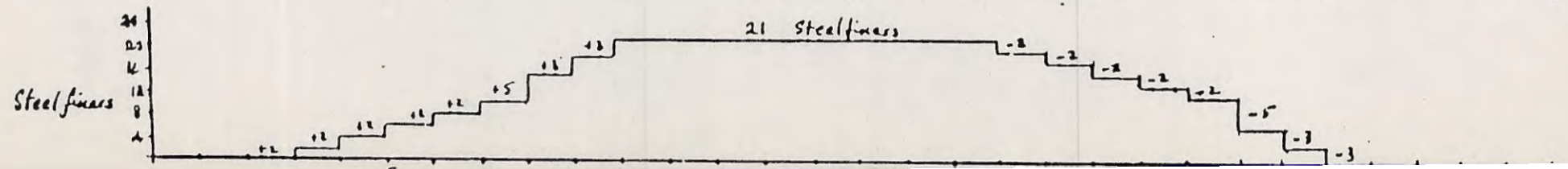
A minimum buffer of five days should be assumed .Table 6 shows the operations together with the estimated manhours and optimum number of men for each operation.

Table 6; Operations, manhours and number of men

Operations	Manhours	Optimum number of men per operation
A Substructure	160	6
B Brickwork	320	4
C Joiner, Lst fix	200	4
D Tilers	60	2
E Glazing	40	2
F Joiner, 2nd fix	120	3
G Electrician	80	2
H Plumber	100	2
I Painter	40	3



Example.

Construction of 15 piers

How many labourers, carpenters and steelfixers are required on this contract if first pier is to be complete after 15 weeks and completions are to be at the rate of 1/week thereafter?