الادارة الانشائية Construction Management

المحاضره 8

م.م. اسيل عبدالجادر

اسلوب خط الموازنة (Line Of Balance)

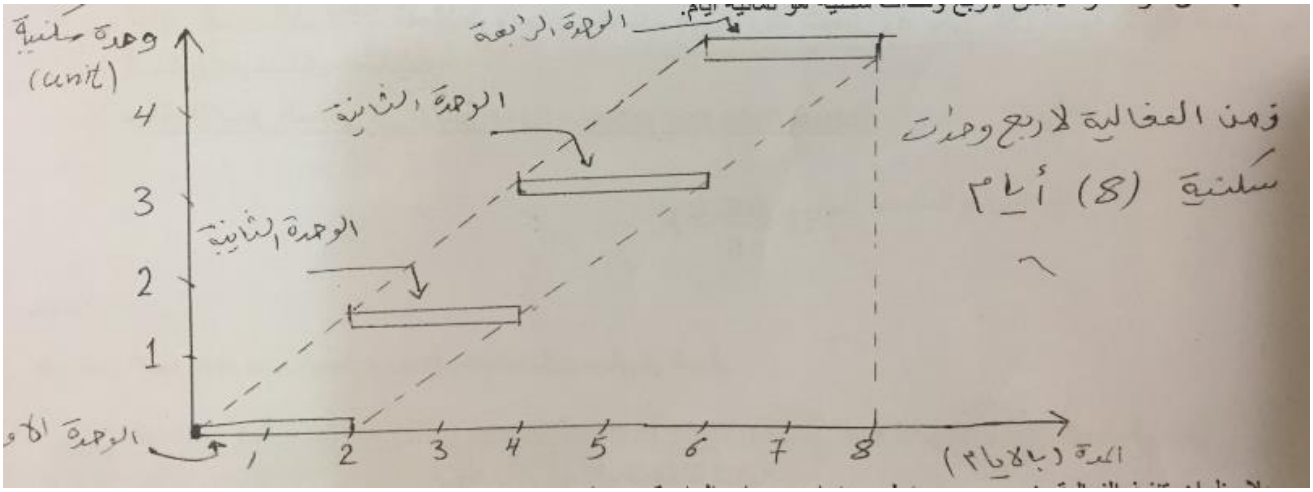
هو اسلوب يعتمد بالاساس على اساليب المخطات الشبكية ولكن يستخدم في حالات المشاريع ذات الوحدات المتكررة كمشروع انشاء مجمعات سكنية تتكرر فيه الدور التي لها نفس التصاميم وكذلك مشاريع العمارات السكنية المتشابهة بالاضافة الى ذلك اعمدة نقل الطاقة الكهربائية وكذلك مشاريع الطرق السريعة التي تتكون من مقاطع متشابهة وغيرها وتدعى مثل هذه المشاريع بالمشاريع الخطية, ويعتمد هذا الاسلوب على تقسيم المشروع الى عدد من الوحدات الانشائية المتشابهة ثم تقسم كل وحدة الى عدد من الفعاليات أو الفقرات الانشائية.ويفترض هذا الاسلوب على ان انتاجية العامل لفقرة معينة هي مساوية لانتاجيته في الفقرة المماثلة في نفس الجزء من الوحدة السكنية(نفس الانتاجية لنفس العمل في كل بيت).يعمل هذا الاسلوب على حساب الموارد المطلوبة لانجاز الفقرة أو الفعالية الواحدة من مواد ومعدات وايدي عاملة كما يعمل على برمجة الفعاليات المتكررة التي يشتمل عليها المشروع بما يضمن عدم تداخل الفقرات مع بعضها البعض, حيث ان التداخل يعني بقاء بعض القوى العاملة في فقرة معينة دون عمل لحين انتهاء الفعالية التي تسبقها وهذا يعني هدر أو ضياع المال والوقت.

من اهم مزايا هذا الاسلوب هو تقليص حجم البرنامج الزمني ويسهل عملية متابعة واتخاذ القارارت الخاصة بالمشروع.

طريقة عرض خطوط التوازن (Basic LOB Representataton):-

يتم تمثيل البرنامج الزمني للمشاريع بهذه الطريقة عن طريق رسم بياني يحتوي على خطوط مائلة تسمى (خطوط التوازن) بحيث يمثل المحور الرأسي عدد الوحدات المنجزة بينما يمثل المحور الافقي الوقت المقابل للانجاز.

لتنفيذ منهاج خط الموازنة يجب معرفة عدد العمال والوقت اللازم لتنفيذ الفعالية ومعرفة المعدل المطلوب للانجاز, مثلاً فعالية حفر الاسس في مشروع من اربعة وحدات سكنية حيث أن تنفيذ العمل يحتاج الى اربعة عمال حيث أن هؤلاء العمال يستطيعون انجاز فقرة حفر الاسس لوحدة سكنية واحدة بمدة يومين (أي ان المدة اللازمة لانجاز فقرة حفر الاسس للوحدة الواحدة هو يومان,من الشكل البياني المبين أدناه يمكن الاستنتاج بانه في حالة الانتهاء من حفر اساس الوحدة الاولى في يومين سيتم الانتقال الى حفر اساس الوحدة الثانية مباشرة وهكذا.حيث يتم الانتهاء من فقرة حفر الاسس لاربع وحدات سكنية هو ثمانية ايام.



ويلاحظ ان تنفيذ الفعالية ينحصر بين خطين متوازيين وان الزاوية بين الخط المائل والمحور الافقي يمثل معدل انجاز الفعالية(Rate/ time) حيث يزداد المعدل بزيادة الزاوية, حيث ان :-

$$\text{معدل انجاز الفعالية} = \frac{N-1}{t_{\circ} - t_f}$$

حيث أن :-

N:- عدد الوحدات

$t_{\circ}$:- تاريخ الانتهاء من نشاط معين للوحدة الاولى.

t_f :- تاريخ الانتهاء من نشاط معين للوحدة الاخيرة.

- لغرض تمثيل البنامج الزمني للمشروع بطريقة خط الموازنة لابد من معرفة وايجاد ما يلي:-

1- الحد الادنى لمجاميع العمل (Q) :- هو الحد الادنى لطاقم العمل الواجب استخدامهم للقيام بفعالية ما, فالفعالية التي تحتاج الى مجموعة من خمسة عمال لانجازها لايمكن أن يزداد معدل الانتاج بزيادة عدد العمال الى ستة أو سبعة وانما يزداد انتاجها بزيادة مجموعة اضافية كاملة من العمال , فمثلاً فعالية البناء بالطابوق تحتاج الى خمسة اشخاص (خلفة + 2عمال نقل ونشر طابوق + 2 عمال عمل ونقل خلطة الاسمنت) فزيادة عامل أو اثنين لا يؤثر على انجاز الفعالية لانهم غير مجديين ولكن مضاعفة العدد اي اضافة مجموعة كاملة لانجاز نفس الفعالية في مكان أو وحدة اخرى.

2- ساعات عمل التنفيذ (Man-Hours (M:- كل فعالية تحتاج الى عدد معين من ساعات العمل اليومي لتنفيذها في كل وحدة في المشروع وتعتمد الساعات على انتاجية العامل الواحد وعلى كمية الفعالية.

M= (Q * Duration of activity(D) * nomber of hours in days(H)

3- عدد العمال المطلوب لكل فعالية من الناحية النظرية (G):- (Theoretical Gang size)

$$G = \frac{M*R}{Total\ No.working\ hours\ in\ week(W*H)}$$

4- عدد العمال الحقيقي المطلوب (g) :- وهو العدد الحقيقي لمجموعة العمال العاملين في الفعالية الواحدة لذلك يجب ان يكون من مضاعفات الحد الادنى لمجموعة العمل (Q).

5- الحد الادنى للفاصل الزمني بين الفعاليات (Buffer Time) ورمزه (B.T) :- ويتم اختياره من قبل المخطط لتوفير المرونة في تنفيذ الفعاليات وتحاشي تداخلها في حالات التأخير وقد يكون لكل فعالية (B.T) خاص بها أو قد يكون موحد لكل الفعاليات.

6- معدل الانجاز الحقيقي في الاسبوع (U):- Actual Rate per week

$$U = \frac{g}{G} * R$$

حيث أن :-

R:- معدل الانجاز الافتراضي (Rate / time) وغالباً ما يكون معطى في السؤال.

7- المدة لكل فعالية (D) :- (Time in day for one unit):- وهي المدة اللازمة لانجاز الفعالية وغالباً تكون معطاة في السؤال أو يمكن ايجادها من خلال المعادلة التالية :-

$$D = \frac{M}{Q * No.hours\ in\ day(H)}$$

8- الوقت بين بدأ تنفيذ أول وحدة واخر وحدة في المشروع للفعالية الواحدة (S) :- هو الفترة الزمنية المحصورة ما بين المباشرة بالفعالية ضمن أول وحدة انشائية والمباشرة بالفعالية المذكورة ضمن اخر وحدة انشائية.

$$S = \frac{(N-1) * No.working\ day\ in\ week(W)}{U}$$

- بعد ذلك يتم رسم خطوط التوازن كما سوف نرى بالمثال اللاحق.

مثال1/ لدينا مجمع سكني مؤلف من 124 وحدة سكنية ومعدل الانجاز الافتراضي (R) هو (6) وحدات اسبوعياً وايام العمل الاسبوعي (W) هو (5) ايام وساعات العمل اليومية (H) هو (8) ساعات ووقت السماح (المرونة) هو (2) يوم.كما ان فعاليات المشروع تبدأ الواحدة بعد الاخرى وهي (A,B,C,D,E) علما ان الفعاليات مبينة في الجدول ادناه:

الفعالية (Activity)	Man per house (Q)	Man-hours per house(M)
A	4	90
B	3	46
C	5	18
D	6	183
E	1	8

المطلوب اعداد جدول الفعاليات باسلوب خط الموازنة

مع رسم خط الموازنة للمشروع وحساب وقت مدة المشروع الكلية.

الحل/

✓ نقوم بأعداد الخاص بالمشروع

الفعالية (Activity)	Man per house (Q)	Man-hours per house(M)	D= $\frac{M}{H*Q}$	G= $\frac{M*R}{W*H}$	g ≈ G (يجب أن يكون من مضاعفات Q) وبظوابط معينة	U= $\frac{g}{G} * R$	s = $\frac{(N-1)*W}{U}$
A	4	90	2.8 ≈ 3	13.5	12	5.33	115.38≈ 116
B	3	46	1.9≈ 2	6.9	6	5.2	118.26≈ 119
C	5	180	4.5≈ 5	27	25	5.55	110.81≈ 111
D	6	183	3.8≈ 4	27.5	30	6.54	94.0
E	1	8	0.9≈ 1	1.2	1	5.0	123.0

نقوم برسم المخطط السهمي للفعاليات :

✓ نرسم مخطط الموازنة لحساب وقت انتهاء المشروع.

مثال / ارسم منهاج خط الموازنة مع تحديد مدة اكمال العمل لمشروع صغير يتكون من (15) بيت بمعدل (3) بيوت كل اسبوع وبواقع (5) ايام عمل اسبوعياً و(8) ساعات عمل يومياً. السماحية الزمينية (المرونة) الفاصلة بين الفعاليات هو (5) ايام وادناه الجدول الخاص بفعاليات المشروع بفرض أن الفعاليات (F ,G , H) تبدأن بنفس الوقت وعدد ساعات العمل لكل فعالية لكل بيت (M) وكذلك عدد العمال اللازم لكل فعالية لكل بيت (Q).

الفعالية (Activity)	Man per house (Q)	Man-hours per house(M)
A	6	180
B	4	320
C	4	200
D	2	60
E	2	40
F	3	120
G	2	80
H	2	100
I	3	40

الحل /

1- نقوم باعداد الجدول الخاص بالمشروع :

الفعالية (Activity)	Man per house (Q)	Man-hours per house(M)	D= $\frac{M}{H*Q}$	G= $\frac{M*R}{W*H}$	g ≈ G (يجب أن يكون من مضاعفات Q) وبظوابط معينة	U= $\frac{g}{G} * R$	s = $\frac{(N-1)*W}{U}$
A	6	180	≈ 4	13.5	12	2.67	26.22 ≈ 27
B	4	320	10.0	24	24	3.0	23.33 ≈ 24
C	4	200	≈ 7	15	16	3.2	21.88 ≈ 22
D	2	60	≈ 4	4.5	4	2.67	26.25≈ 27
E	2	40	≈ 3	3	2	2.0	35.00≈ 35

F	3	120	5.0	9	9	9.0	23.33≈ 24
G	2	80	5.0	6	6	3.0	23.33≈ 24
H	2	100	≈ 7	7.5	8	3.2	21.88≈ 22
I	3	40	≈ 2	3	3	3.0	23.33≈ 24

2- نقوم برسم مخطط المشروع الشبكي :