

استعمال المخططات الشبكية في برمجة المشاريع الانتاجية والخدمية

م. سميرة خليل ابراهيم

أ. م. د. عبد الجبار خضر بخيت

قسم الاحصاء/ كلية الادارة والاقتصاد

جامعة بغداد

المستخلص:

يعد اسلوب تحليل شبكات الاعمال من اهم الاساليب الحديثة في مجال تخطيط ومتابعة تنفيذ العمليات وانشطة وفعاليات المشاريع الانتاجية والخدمية و تحديد نقاط الاختناقات التي تهدد المشروع بعدم الوفاء بالتزاماته مقدما وبالتالي يتم تخطيط العمليات والانشطة بشكل يضمن علاج هذه الاختناقات واجبار الادارة على التفكير المسبق في كل جوانب المشروع قبل التنفيذ وليس الاعتماد على التخمين او الخبرة السابقة التي لاتأخذ ظروف المستقبل واحتمالات التغيير في الحسبان ،والعمل على تسريع وقت تنفيذ هذه المشاريع من خلال ضغط وقت الفعاليات الحرجة وبيان التكاليف الاضافية المترتبة على ذلك.

Abstract

The style of analysis of business networks of the most modern methods in planning and monitoring the implementation of processes and activities and the activities of production projects and services and identify bottlenecks that threaten the project failing to meet its obligations in advance and are thus planning processes and activities so as to ensure treatment of these bottlenecks and to force the administration to forward-thinking in all aspects of the Prior to implementation of the project and not rely on guesswork or by past experience not take the conditions of the future and the prospects for change in the account, and work to speed up the time of the implementation of these projects through the pressure of time-critical events and the statement of the additional costs involved.

١- المقدمة:-

يعبرالمخطط الشبكي وتحليله عن تقنية اساسية في التخطيط والرقابة لجميع انواع المشاريع حيث انه يوفرطريقة مهيكله لحل مشكلة ادارة المشاريع وصولا الى انجاز ناجح. ويتضمن التحليل الشبكي تقنيات بيانية،

وبالتالي يمكن للأشخاص ذو الخلفية التقنية المحدوده فهمه واستخدامه.وتعد الرسوم البيانية الشبكية طريقة لتمثيل مهام المشروع والعلاقات المتداخلة بعضها مع البعض الاخر ويبين تتابع المهام والفعاليات المنطقي. وتحديد الفعاليات الحرجه في هذه المشاريع.

لقد أثبتت طريقة المخطط الشبكي أنها أداة فعالة لتخطيط المشروع والسيطرة عليه، فهية قادرة على اعطاء نظرة شاملة عن المشروع ككل.بالإضافة الى توفير المعلومات المفصلة الكافية عن الانشطة والتي يمكن عن طريقها احداث التغيرات واعادة التخطيط. فالغرض من اي مشروع كما هو معروف هو تحقيق هدفا معينا، الا انه بسبب الانغماس في الانشطة اليومية للمشروع يمكن ان يخفي هذا الهدف الرئيسي من امام اعيننا في الوقت الذي يكون جزء من السيطرة على المشروع ان نحافظ على ادراكنا لهذا الهدف النهائي. والنقطة الرئيسية الاولى للسيطرة على المشروع عن طريق المخطط الشبكي تتحقق بمجرد الانتهاء من رسم المخطط على شكل اسهم ودوائر، فعند هذه النقطة تكون الانشطة الفرعية قد تحددت، وتكون الازمنة الخاصة بها قد تم تقديرها كما ان اسبقيات تنفيذ الانشطة تكون ظاهرة من خلال اسهم المخطط عندها عندما نقوم بوضع هذه المعلومات كلها امام الناظرين الى المخطط فان ذلك سيمكنهم من تصور المشروع ككل، فاستعراض المخطط الشبكي يمكن ان يكون عامل حث للإدارة ومبعث اطمئنان للعملاء المستفادين من هذا المشروع .

٢- الجانب النظري :-

٢-١ أساليب تحليل المخططات الشبكية:

ان عملية ادارة وتحليل المخططات الشبكية للمشاريع الانتاجية والخدمية تتسم بمواصفات خاصة تختلف عن سمات الادارة العامة التي يمارسها المدراء في مجمل وظائفهم ولذلك فمن الصعوبة ادارة هذه المشاريع الا من قبل المدراء المتخصصين في ادارة هذه المشاريع، والسبب يعود الى نقطتين اساسيتين هما: ان للمشروع المطلوب ادارته له وقت محدد وان وقت انتهاء المشروع يمكن ان نقول انه محدد مسبقا،بينما اساليب الادارة العادية تتعلق بادارة الشركات واقسامها التي ليس لها عمر محدد،اذا يفترض نظريا بأن عمر مشروع ليس له نهاية محددة،كما هو الحال في بعض المشاريع.

ان المشروعات تستخدم موارد مؤقتة،اي ان الاحتياج الى الموارد مؤقت،فبأنتهاء عمر المشروع تنتهي الحاجة الى هذه الموارد،بينما يفترض اسلوب الادارة العامة ان الاحتياج الى الموارد في الشركات،هو احتياج مستمر لىل نهاية محددة.من (حيث الزمن).وبسبب هذه الاختلاف بين فن ادارة المشاريع والادارة العامة للشركات الاخرى،لذلك يتطلب ان تكون هناك طرق واساليب حديثة تستخدم للاستثمار موارد والامكانيات المخصصة لهذه المشاريع وادارتها وفقا لأقل التكاليف وضمن الوقت المحدد لانهاء هذه المشاريع،لذلك يعتمد عموما اسلوب تحليل شبكات الاعمال على طريقتين هما:

١- طريقة المسار الحرج Critical path Method(CPM)

٢- طريقة بيرت Program evaluation and review technique(PERT)

ان طريقة المسار الحرج وطريقة بيرت متشابهان في تحليل المخططات الشبكية للمشاريع الانتاجية والخدمية ولكن يختلفان فقط في عملية تحديد اوقات الفعاليات والانشطة التي يتكون منها المشروع، حيث ان المسار الحرج يفترض ان الوقت المطلوب لاداء العمليات المختلفة لاتمام المشروع معروف والعلاقة بين الموارد المستخدمة والوقت المطلوب لاداء العمليات المختلفة المعروفة ايضا وبالتالي فان طريقة المسار الحرج تتعامل مع المشاريع التي تعتمد على تكنولوجيا ثابتة وبالتالي فان المشروعات تتعرض لدرجة محدودة جدا من التغيير. اما طريقة بيرت فتستخدم في المشاريع التي تكون منتجاتها غير نمطية وتخضع لدرجات عالية من التغيير من فترة الى فترة اخرى.

٢-٢ خوارزمية بناء المخططات الشبكية :- Algorithm for activity networks constructing

ان خوارزمية بناء المخطط الشبكي هي كالآتي :-

يتم رسم عمودين (x,y) العمود الاول يكون لانشطة المشروع الاصلي (x) (original activity)، والعمود الثاني (y) يمثل نسخة اخرى من العمود الاول وتسمى بالانشطة الظلية (shadow activity) والانشطة الظلية يجب ان تتبع الانشطة الاصلية ثم يتم رسم الاسهم بين انشطة العمودين المتقابلين (graphe bipartite).

يتم عمل قائمة بكل الانشطة الاصلية التي لم ترتبط بالانشطة الظلية .

تحذف الانشطة التي لم يتم ارتباطها كما جاء في الفقرة (٢) من الاعمدة الاصلية والظلية .

اعادة الخطوات (٢،٣) حتى يتم استخدام جميع الانشطة.

٣-٢ اسلوب المسار الحرج :- Critical Path Method

قبل ان نبدأ بتوضيح او شرح اسلوب المسار الحرج يجب علينا تعريف بعض المصطلحات

وهي :-

النشاط activity :- ان لكل مشروع مجموعة من الانشطة وكل نشاط يستغرق زمنا معيناً لانجازه ويمثل كل

نشاط في المخطط الشبكي بسهم نهايته تمثل بداية النشاط وراسه نهاية النشاط .

الحدث events :- هي نقطة البداية ونقطة النهاية لكل نشاط .

المسار path :- هو سلسلة من الانشطة تربط حدث البداية باي حدث اخر .

شبكة الاعمال networks :- هو تمثيل بياني للربط المنطقي والتتابع للاسهم والاحداث التي تمثل الانشطة في المشروع وقد يسمى بالمخطط الشبكي .

المسار الحرج critical path :- هو سلسلة من الانشطة الحرجة يربط بين حدثي البداية في المخطط الشبكي ويمثل اطول المسارات من بداية المخطط الى نهايته .

النشاط الحرج critical activity :- هو النشاط الذي اذا تاخر انجازه يؤدي الى تاخير انجاز المشروع ككل .

اما كيفية تحديد المسار الحرج فيتم على مرحلتين . الاولى هي حساب الاوقات او الوقت المبكر للنشاط والمرحلة الثانية هي حساب وقت الانجاز المتأخر، وان المسار الحرج يتكون من مجموعة من الانشطة الحرجة ، ويمكن ان نقول ان هذا النشاط هو نشاط حرج اذا تحققت الشروط التالية :-

الوقت المبكر في بداية النشاط يساوي وقت الانجاز المتأخر في بداية النشاط .

الوقت المبكر في نهاية النشاط يساوي وقت الانجاز المتأخر في نهاية النشاط .

الوقت المبكر في نهاية النشاط - الوقت المبكر في بداية النشاط = وقت الانجاز المتأخر في نهاية النشاط - وقت الانجاز المتأخر في بداية النشاط = الوقت الفعلي .

وبالتالي اذا تحققت الشروط الثلاثة اعلاه يكون النشاط هو نشاط حرج .

٣ - الجانب العملي :-

لغرض تطبيق اسلوب المسار الحرج في مجال الخدمات والانتاج يجب تقسيم المشروع الى وظائف وانشطة مستقلة ، وكذلك خط التتابع لهذه الوظائف وبالتالي لابد من معرفة الوظائف التي لابد من ادائها واتمامها قبل انتداب الوظائف الاخرى ،ومن ثم تصوير هذه الوظائف او الانشطة الاخرى على شكل شبكة تظهر خط التتابع بين الوظائف او الانشطة الاخرى المختلفة ، وللتوضيح نأخذ حالات تطبيقية **case study** من بحوث وكتب علمية للتعرف على كيفية استعمال المخططات الشبكية لتنفيذ المشاريع الخدمية والانتاجية والمالية ، لغرض تطبيق جميع اوراق العمل او الفكرة التطويرية التي يسهم فيها هذا المؤتمر سيتم تنفيذها من خلال استعمال المخططات الشبكية .

مثال ١ . مدير شركة يريد ان يتم اعداد الميزانية التقديرية للشركة في اقرب وقت لكي يتم هذا المشروع فان الامر يستلزم

القيام بمجموعة من الانشطة وكمايلي :-

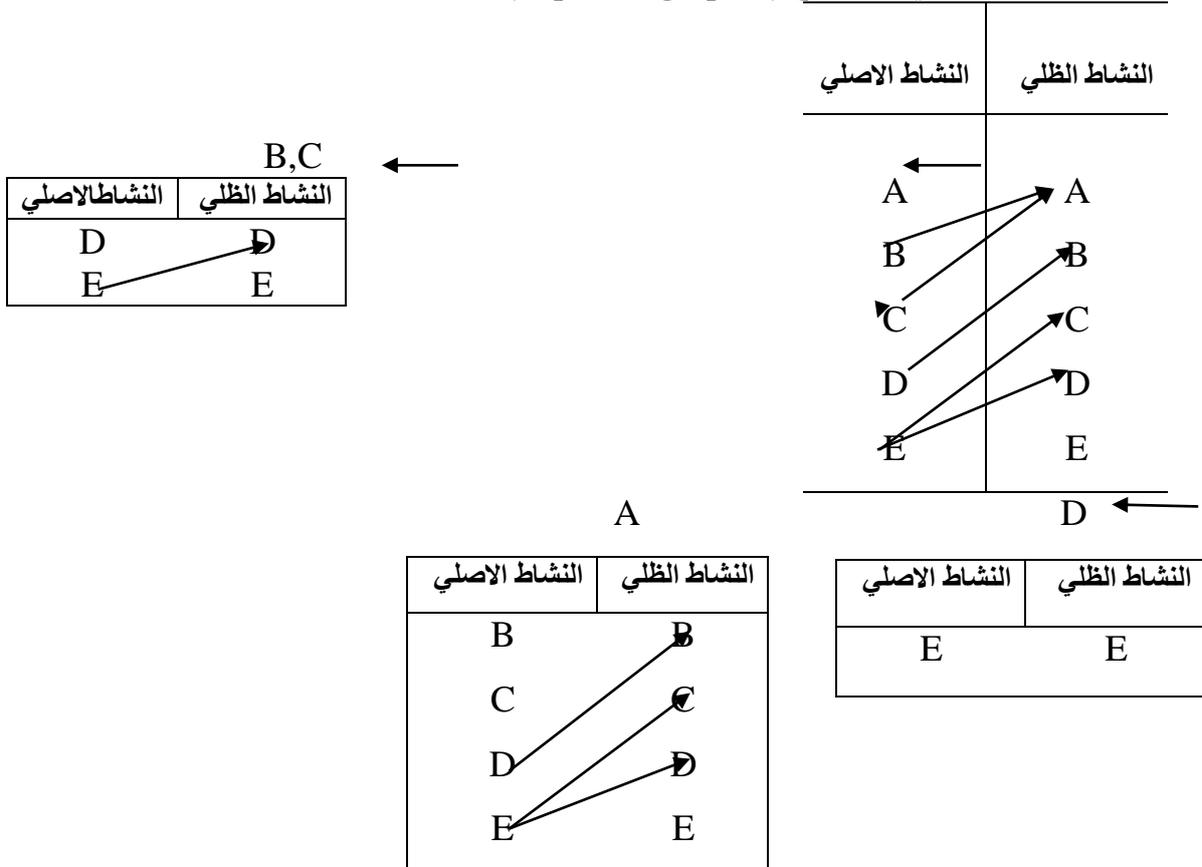
- ١ . رجال البيع يجب تقديم تقديراتهم عن حجم المبيعات لفترة اعداد الميزانية
- ٢ . يجب تقدير اسعار البيع (مدير المبيعات) .
- ٣ . وضع خطة الانتاج وتوزيعها على الامكانيات المختلفة (مدير الانتاج) .
- ٤ . اعداد جداول الانتاج وتوزيعها على الالات المختلفة (مدير الانتاج) .
- ٥ . بناء على تقديرات المبيعات والتكاليف يقوم المدير المالي بوضع خطة التمويل وكذلك تقديرات مبيعات الانتاج .

وبناء على هذه البيانات وكما هي اعلاه يتم تحديد الانشطة والانشطة السابقة والوقت اللازم لانهاء النشاط .

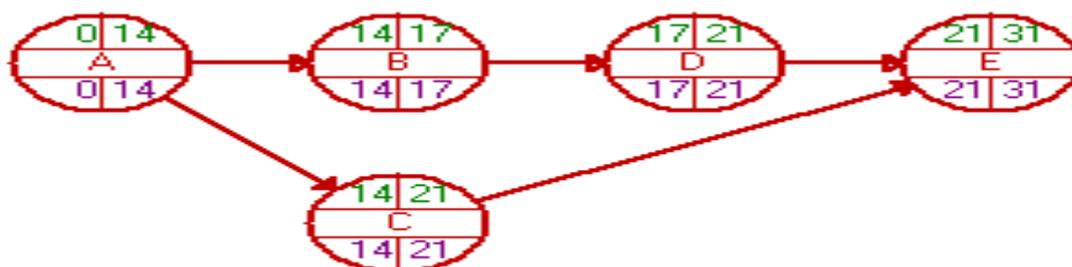
وصف النشاط	نشاط سابق	نشاط	الوقت الفعلي
------------	-----------	------	--------------

(يوم)			
١٤	A	—	تقدير حجم المبيعات
٣	B	A	تسعير المبيعات
٧	C	A	تحديد جداول الانتاج
٤	D	B	تحديد تكاليف الانتاج
١٠	E	C,D	تحديد الميزانية التقديرية

بناء المخطط الشبكي للمشروع (bipartite graphe) :-



رسم المخطط الشبكي فهو



وقت المشروع الكلي :- ٣١ يوم

المسارات الحرجة : ٢

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
A	Yes	14	0	14	0	14	0
B	Yes	3	14	17	14	17	0
C	Yes	7	14	21	14	21	0
D	Yes	4	17	21	17	21	0
E	Yes	10	21	31	21	31	0
Project	Completion	Time	=	31	days		
Number of	Critical	Path(s)	=	2			

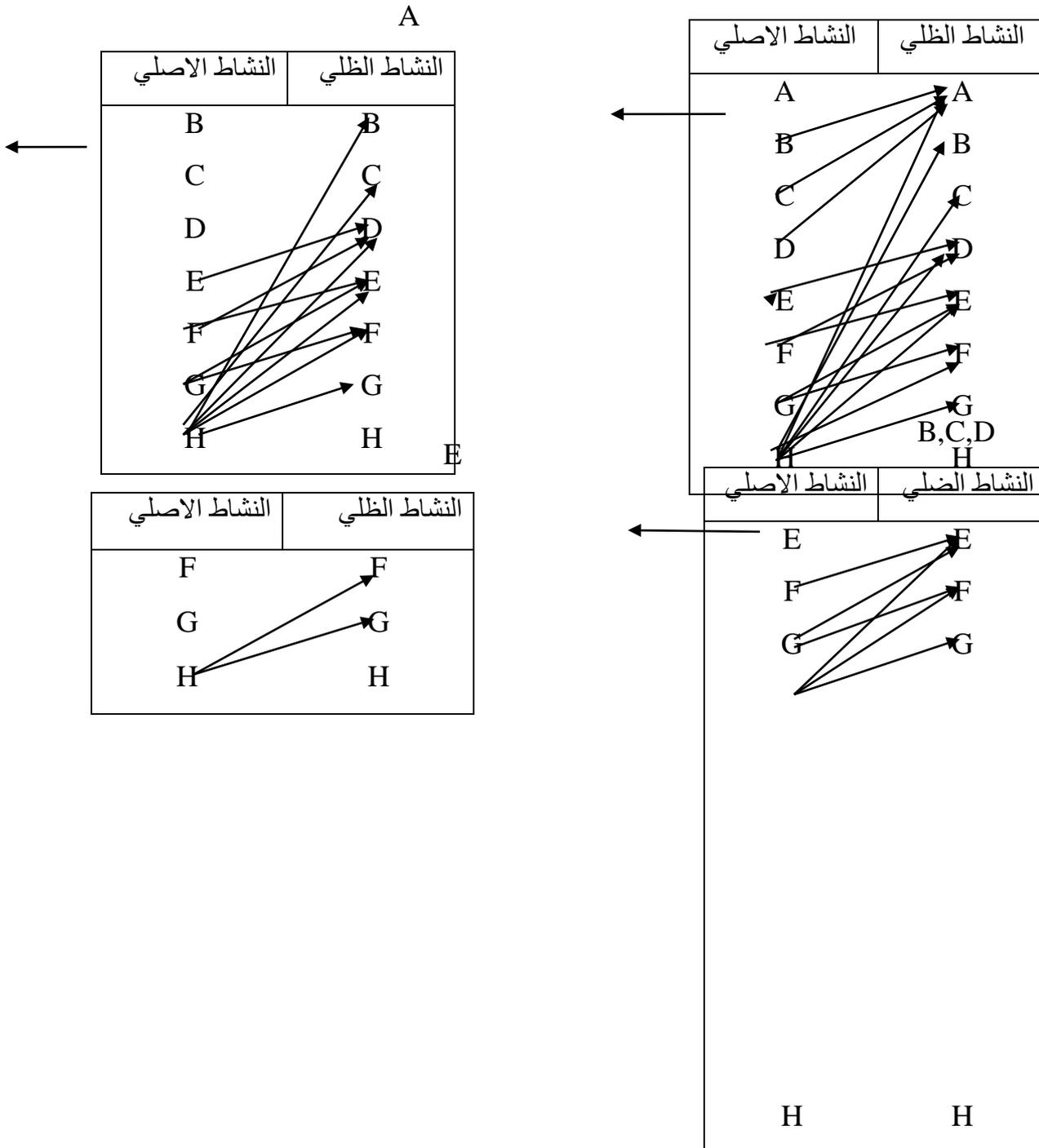
مثال تطبيقي ٢ :-

مصنع للدراجات الهوائية والبيانات ادناه توضح تصنيع اجزاء الدراجة الهوائية والوقت المخصص لكل جزء وبالتتابع لكل دراجة هوائية :-

الوقت الفعلي (دقيقة)	النشاط	وصف النشاط
٩	A	اعداد هيكل الدراجة
٧	B	تصنيع العجلة الامامية
٧	C	تصنيع العجلة الخلفية
٢	D	ربط سلسلة ربط العجلة بذراع التدوير
٢	E	ربط سلسلة ربط العجلة بذراع التدوير بهيكل الدراجة
٨	F	نصب دواسة الجهة اليمنى
٨	G	نصب دواسة الجهة اليسرى

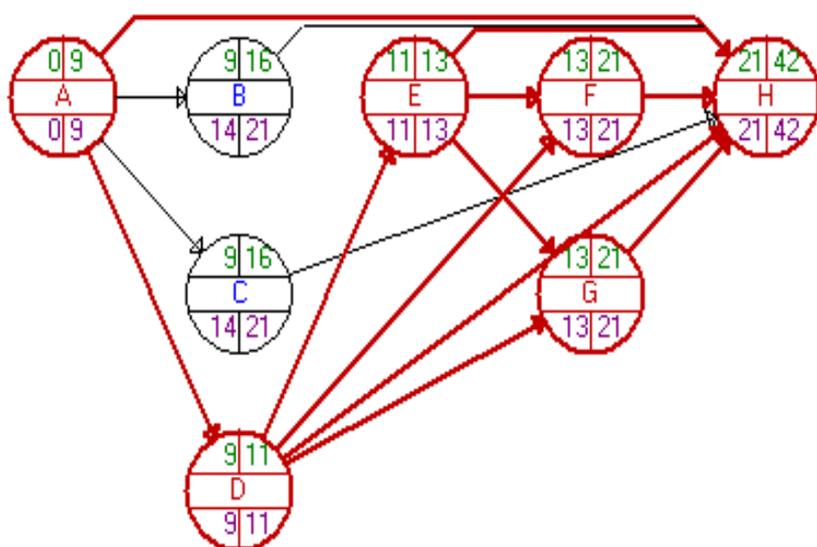
٢١	H	ربط بقية اجزاء الدراجة (سرج ، مقبض ، التوقف ، مقبض، والاجزاء الاخرى)
----	---	--

بناء المخطط الشبكي للمشروع (bipartite) :-



F,G

ورسم المخطط الشبكي فهو :-



النشاط الاصيلي	النشاط الظلي
H	H

وقت المشروع الكلي :- ٤٢ دقيقة

المسارات الحرجة : ٧

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack [LS-ES]
A	Yes	9	0	9	0	9	0
B	no	7	9	16	14	21	5
C	no	7	9	16	14	21	5
D	Yes	2	9	11	9	11	0
E	Yes	2	11	13	11	13	0
F	Yes	8	13	21	13	21	0
G	Yes	8	13	21	13	21	0
H	Yes	21	21	42	21	42	0
Project	Completion	Time	=	42	Minunts		
Number of	Critical	Path(s)	=	7			

مثال تطبيقي ٣ :- مصنع يريد انتاج منتوج (٣) ناتج من خلط منتوج (١) و (٢) وقبل عملية الخلط يقوم

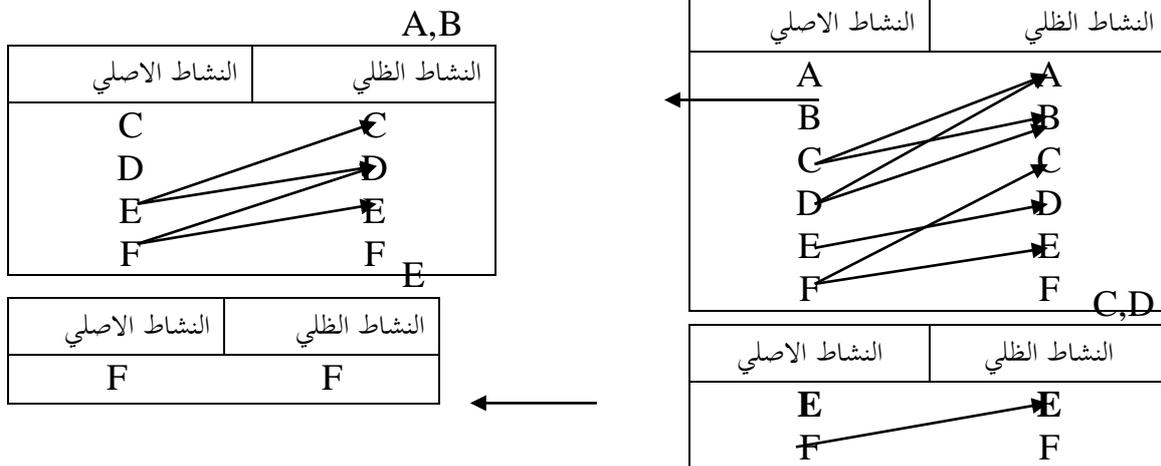
بشراء المواد الاولية وتدريب العمال وانتاج المنتوج (١) والمنتوج (٢) وبالتالي يتم خلط المنتج (١ ، ٢)

لانتاج المنتوج (٣) .

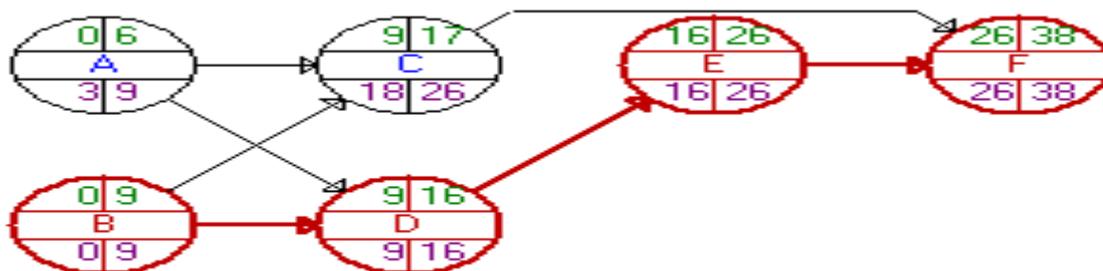
البيانات ادناه تمثل الانشطة الخاصة بعملية الانتاج مع الوقت اللازم لكل نشاط .

وصف النشاط	النشاط	الوقت اللازم (يوم)	الوقت المضغوط	الكلفة الطبيعية	الكلفة المضغوطة
تدريب العمال	A	٦	٤	\$ ١٠٠٠	\$ ١٣٠٠
شراء المواد الاولية	B	٩	٥	\$ ٤٠٠٠	\$ ٤٢٠٠
انتاج المنتج ١	C	٨	٦	\$ ٤٨٠٠	\$ ٥٥٠٠
انتاج المنتج ٢	D	٧	٤	\$ ٥٤٠٠	\$ ٦٢٠٠
اختبار المنتج ٢	E	١٠	٧	\$ ٤٠٠	\$ ٥٥٠
خلط المنتج ١، ٢	F	١٢	٨	\$ ٢٠٠	\$ ٣٥٠

بناء المخطط الشبكي هو كالآتي :-



رسم المخطط الشبكي يكون كالآتي :-



الوقت الكلي للمشروع - ٣٨ يوم

المسارات الحرجة : ١

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
A	no	6	0	6	3	9	3
B	Yes	9	0	9	0	9	0
C	no	8	9	17	18	26	9
D	Yes	7	9	16	9	16	0
E	Yes	10	16	26	16	26	0
F	Yes	12	26	38	26	38	0
Project	Completion	Time	=	38	days		
Number of	Critical	Path(s)	=	1			

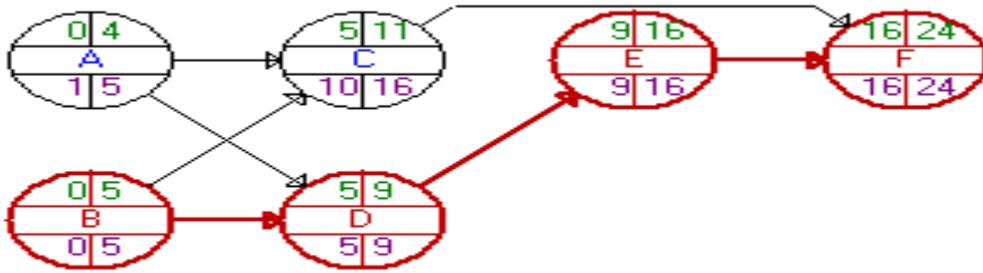
ولغرض التعرف على طريقة تسريع المشروع من خلال ضغط الفعاليات الحرجة التي تحتوي على اقل ميل (SLOP) وفقا للعلاقة الآتية:

الميل = (الكلفة المضغوطة - الكلفة الطبيعية) / (الوقت الطبيعي - الوقت المضغوط).

نأخذ المشروع الثالث ونقوم بضغط وقت المشروع لغرض تسريع عملية الانجاز وفق النتائج الموضحة

في الجدول الآتي:

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
A	no	4	0	4	1	5	1
B	Yes	5	0	5	0	5	0
C	no	6	5	11	10	16	5
D	Yes	4	5	9	5	9	0
E	Yes	7	9	16	9	16	0
F	Yes	8	16	24	16	24	0
Project	Completion	Time	=	24	days		
Total	Cost of	Project	=	\$18,100	(Cost on CP = \$11,300)		
Number of	Critical	Path(s)	=	1			



٤ - الاستنتاجات والتوصيات :-

٤ - ١ الاستنتاجات :-

- ١ . بلغت مدة تنفيذ المشروع الاول (٣١) يوم والمشروع الثاني (٤٢) دقيقة والمشروع الثالث (٣٨) يوم
- ٢ . ظهر ان المشروع الاول يحتوي على (٢) مسارحج والثاني يحتوي على (٧) مسارحج والمشروع الثالث يحتوي على مسار حرج واحد.
- ٣ . حساب الاوقات الفائضة للفعاليات الغير الحرجة للمشاريع التطبيقية يمكن ادارة المشروع من استغلالها في تحويل الجهد الهندسي للفعاليات الحرجة لتدارك اي تاخير في تنفيذ هذه الفعاليات حفاظا على الالتزام بالمدة المحددة للمشروع.

- ٤ . من خلال ضغط فعاليات وانشطة المشاريع لغرض لانجازها في اقل وقت لتنفيذها تعتبر وسيلة يستطيع من خلالها صاحب القرار بتحديد الفترات الزمنية الملائمة لتسريع تنفيذ المشروع وفق الميزانية المخصصة له. حيث بلغت كلفة ضغط المشروع الثالث (١٨١٠٠) \$ بوقت انجاز قدره (٢٤) يوم عندما كان وقت انجازه (٣٨) يوم و بكلفة طبيعية قدرها (١٥٨٠٠) \$.
- ٥ . تحديد الانشطة الحرجة للمشاريع تعتبر بحد ذاتها اداة رقابية لغرض معرفة اسباب الانحراف في تنقيدها ضمن الاوقات المحددة لها .

٤ - ٢ التوصيات :-

- نوصي بتنفيذ المشاريع واوراق العمل المقدمة من قبل الباحثين في هذا المؤتمر في المجالات الاحصائية، الاقتصادية، الادارية لغرض استثمار الجهود والموارد بشكل كلي في عملية التخطيط والتنفيذ.

٥ - المصادر

د.حامد سعد نور الشمري " بحوث العمليات مفهوما وتطبيقا "مكتبة الذاكرة ، الطبعة الاولى ،العراق ، بغداد .٢٠١٠.

فتحي خليل حمدان " بحوث العمليات مع تطبيقات باستخدام الحاسوب " دار الاوائل للنشر ، الطبعة الاولى الردين ، عمان ،جامعة البترا .٢٠١٠.

Hamdy A. Taha " Operation Research An Introduction " , Ninth Edition , University of Arkansas, Fayetteville, 2011

Wayne L. Winston " Operation Research: Applications and Algorithms" paws'- Kent publishing company – Boston 1987.