الفصل الثاني

الفصل الثاني

تطبيقات الحاسب الآلي في إدارة الإنتاج

إدارة الإنتاج والعمليات هي الإدارة المسؤولة عن تصميم وتشغيل والرقابة على أنشطة النظم الإنتاجية لذا فهي تهتم بتصميم النظام الإنتاجي سواء كان لأنتاج سلعة أو خدمة من خلال تحديد الطريقة التي يتم بها تحويل مجموعة من المدخلات إلى المخرجات المستهدفة وهو الأمر الذي يتصف بالصعوبة حيث عادةً ما يتكون أي مشروع من مجموعة من الأنشطة لذا تختلف حجم وطبيعة المشروعات طبقاً لعدد وطبيعة الأنشطة المكونة لها ودرجة تداخلها , فكلما كبر المشروع كلما زادت عدد الأنشطة المكونة له وتعقدت العلاقة بينها وأصبحت في شكل شبكي معقد, وهو الأمر الذي يجعل مدير الإنتاج يواجه صعوبة في تخطيط وتنفيذ المشروعات خاصة في ظل الأنشطة التي تختلف في طبيعتها ووقت وترتيب أدائها, حيث يصبح من الصعب توفير الإجابة علي أهم أسئلة تساعده في أتخاذ قرارته الخاصة بالتخطيط الإنتاجي , وهي :

- متي يتوقع الأنتهاء من المشروع ؟
- ما هي الأنشطة الهامة المؤثرة علي المشروع ؟
- ما هو التأثير الكلي علي المشروع إذا حدث تأخير في أي من الأنشطة التي يتضمنها ؟
- ما هي أحتمالات أن يتم حدوث تأخير في أداء المشروع ؟ وما هو الوقت التي يُمكن أن تتأخره الأنشطة دون أن يؤثر ذلك علي الوقت المحدد للمشروع ؟

لذا ظهرت أساليب كمية تُساعد المديرين في تخطيط وتنفيذ المشروعات

الكبيرة بحيث يتم التنفيذ في أقل وقت وبأقل تكلفة ممكنة, هذا بالأضافة إلي إكسابهم القدرة علي التعامل مع المتغيرات والأحداث التي تؤثر علي وقت نهاية المشروع وأخذها في الأعتبار عند تخطيط المشروع .

وتُعرف هذه الأساليب بنماذج تحليل شبكات الأعمال Network analysis والتي يُعتبر من أهمها **أسلوب تقييم البرامج ومراجعتها program Evaluation and Review Technique (PERT) الذي يهتم بتقدير الوقت المتوقع لتنفيذ المشروع في ظل ظروف المخاطرة وعدم التأكد , يليه طريقة المسار الحرج Critical Path Method (CPM) التي تهتم بتقدير الوقت اللازم للمشروع في ظل التأكد التام بالأضافة إلي اهتمامها بعنصر التكلفة حيث تستطيع تقدير مقدار الزيادة في تكلفة تنفيذ بعض الأنشطة نظير تخفيض زمن إنجاز المشروع بوقت محدد , كما تستطيع تحديد الخطط البديلة لتخفيض زمن تنفيذ المشروع بأقل تكلفة ممكنة .**

وسوف نقتصر هنا علي تناول طريقة بيرت (PERT) لأنها تتمشي مع طبيعة عدم التأكد الذي تتصف بها بيئة الأعمال في الوقت الحالي .

❑ أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (بيرت) .

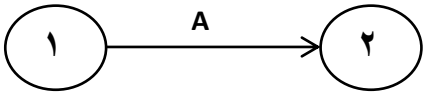
Program Evaluation And Review Technique (PERT)

يعتمد أسلوب بيرت علي تقسيم المشروع إلي عدد من الأنشطة Activities التي تتطلب وقت وموارد لأنجازها , تلك **الأنشطة** قد تكون **متتالية** بمعني أنه لا نستطيع أن نقوم بنشاط ما إلا بعد الأنتهاء من أداء النشاط الذي يسبقه (فمثل لا نستطيع عند تنفيذ مشروع بناء عمارة أن نقوم بصب الأعمدة قبل الأنتهاء من حفر القواعد) , ولكننا نستطيع أداء أعمال الكهرباء و أعمال

السباكة في نفس الوقت لذلك يطلق علي مثل هذه الأنشطة **بالأنشطة المتوازية** وهي التي يمكن أدائها في نفس الوقت نظراً لعدم ترتُبها علي الأخر .

ولتطبيق أسلوب بيرت ينبغي أن نقوم أولا برسم شبكة بيرت وهي عبارة عن رسم تخطيطي يوضح العلاقات بين الأنشطة , وهو مكون من عدد الأسهم والدوائر , حيث تُمثل الدوائر **الأحداث** Events والتي تُعبر عن لحظة بداية أو نهاية النشاط , في حين تُمَثل الأسهم الأنشطة .

ويراعي عند الرسم أن يُعَبر عن كل نشاط بسهم يبدأ من حدث نهاية النشاط الذي يسبقه وينتهي عند حدث بداية النشاط الذي يليه, لذلك في شبكة بيرت لابد وأن يكون أي نشاط محصور بين حدثين . وعادة ما يُرمز **للأحداث بالأرقام** , في حين يرمز **للأنشطة بحروف** .



ونظراً لأن أسلوب بيرت (PERT) يهتم بتقدير **أدني وقت يُمكن أنجاز المشروع فيه في ظل الأمكانيات المتاحه للمشروع** (حيث يُمكن تخفيض وقت الأنجاز إذا تم زيادة الأمكانيات كزيادة عدد العمالة أو زيادة عدد الآلات مثلاً) لذا فمن الأهمية تقدير الوقت اللازم لكل نشاط حتي يتم التوصل إلي تقدير الوقت المتوقع للمشروع .

◄ **تقدير الوقت المتوقع للأداء النشاط .**

نظراً لأن أسلوب بيرت يتعامل في ظل نقص المعلومات وظروف المخاطرة

وعدم التأكد , فليس هناك وقت محدد جازم لأداء أي نشاط لذا يقوم أسلوب بيرت علي تقدير الوقت المتوقع عن طريق أخذ **المتوسط المرجح** لثلاث أنواع من الأوقات هي (الوقت المتشائم – الوقت المتفائل – الوقت العادي) وذلك من خلال المعادلة التالية :

$$\text{الوقت المتوقع للنشاط} = \frac{\text{ف} + 4\text{ع} + \text{ش}}{6}$$

حيث :

ش : هي الوقت المتشائم وهو أطول الأوقات زمناً .
ع : هي الوقت العادي وهو أكثر الأوقات احتمالا للحدوث.
ف : هي الوقت المتفائل وهو أقصر الأوقات زمناً .

أما **تباين الوقت المتوقع للنشاط σ^2** والذي يستخدم في تقدير أحتمال أنتهاء المشروع في وقت محدد فيحسب من خلال المعادلة التالية :

$$\text{تباين الوقت المتوقع للنشاط } \sigma^2 = \left(\frac{\text{ش}-\text{ف}}{6}\right)^2$$

وبالنظر إلي المعادلات السابقة نجد أن تقدير الوقت المتوقع للمشروع يتطلب الكثير من الجهد خاصة وإذا تميز بكبر عدد الأنشطة المكونة له , وأن هذا الجهد ما هو إلا بداية لبذل جهد أكبر في باقي خطوات التخطيط الزمني للمشروع بأسلوب بيرت (PERT), لذا يُستخدم برنامج أكسل Excel والذي يتميز بوجود أداة Solver التي تُمكن من المساعدة علي حل نموذج بيرت PERT من خلال العمل علي تدنية الوقت اللازم لإتمام المشروع في

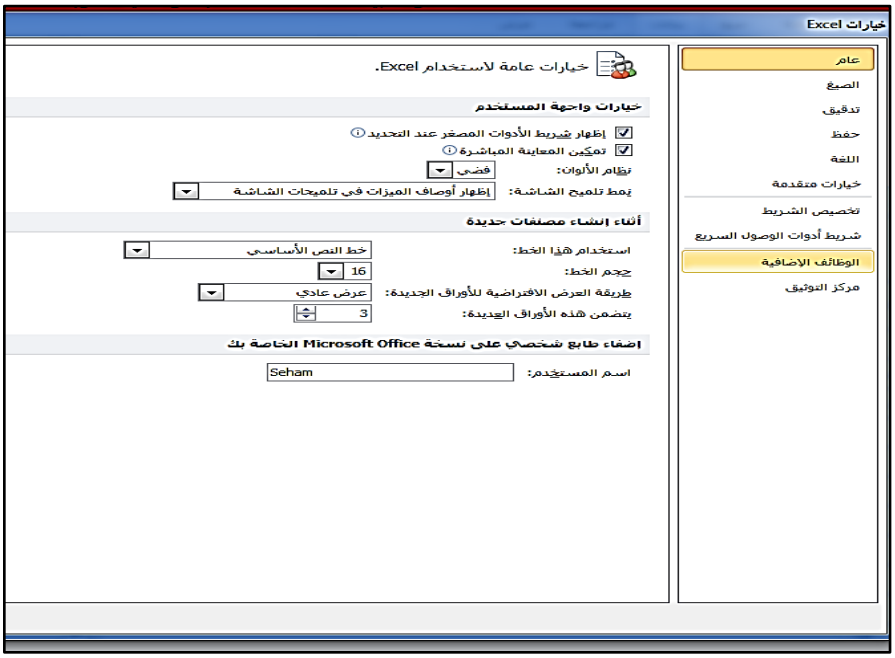
ظل الأمكانيات المتاحة , بالإضافة إلي أمداد متخذ القرار بالكثير من المعلومات التي تساعد في أتخاذ قراراته الأنتاجية, وهو ما يتضح مما يلي :

أستخدام برنامج Excel في تخطيط وجدولة المشروعات.

لآستخدام برنامج أكسل Excel في تخطيط وجدولة المشروعات علينا أولاً تثبيت أداة Solver لأنها ومن الأدوات الأضافية ضمن البرنامج ولا تظهر ضمن التبويبات الرئيسية للبرنامج إلا عند تثبيتها في حالة الحاجة إليها عندما يريد المستخدم الوصول إلي الحل الأمثل في حالة المشكلات التي تتطلب تدنية أو تعظيم هدف معين .

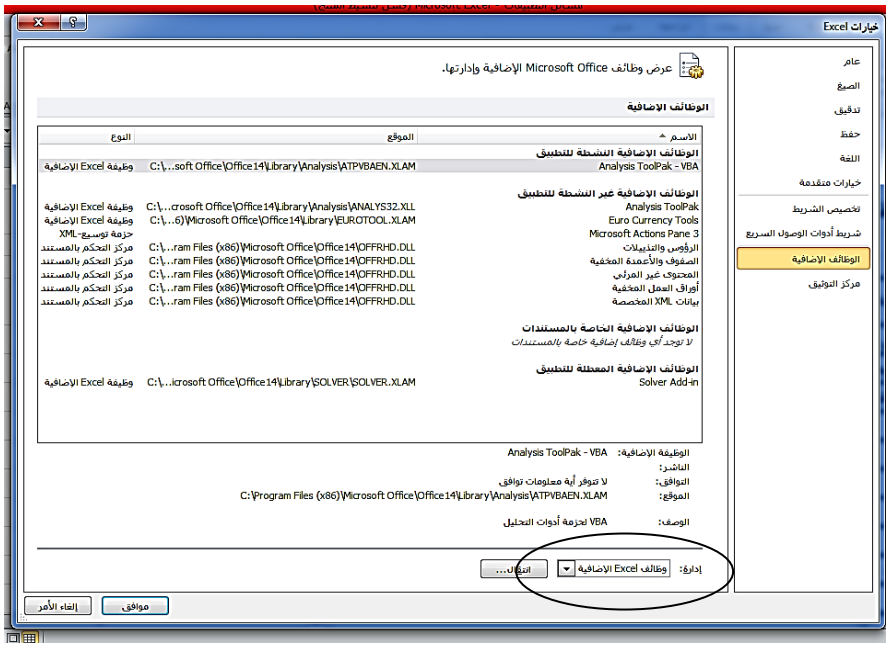
ولتثبيت أداة Solver في برنامج أكسل ٢٠١٠ نتبع ما يلي :

من قائمة ملف نختار خيار " خيارات " وبالضغط عليه تظهر نافذة نختار من القائمة الجانبية لها خيار" وظائف إضافية".

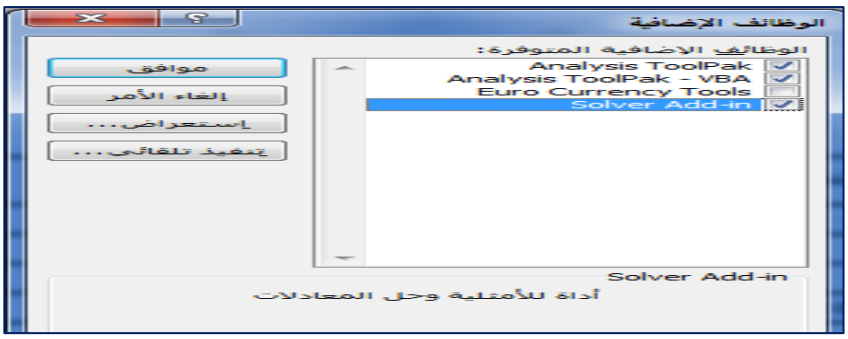


⇦ ستظهر نافذة " خيارات Excel " تتضمن قائمة بكل الوظائف الأضافية المتاحة في البرنامج (المثبتة , والغير مثبتة , ووظائف إخري يمكن تثبيتها من علي موقع الشركة المنتجة " ميكروسوفت ") .

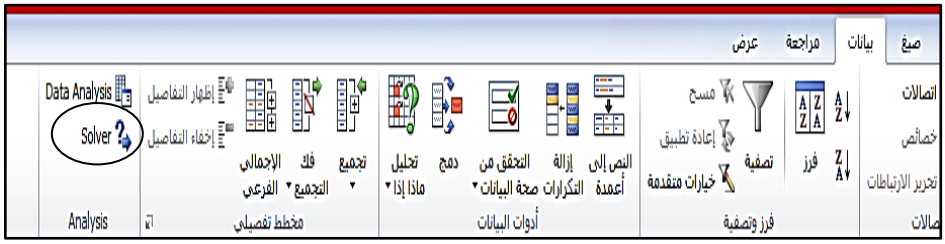
⇦ نختار من خانة " إدارة " الموجودة في أسفل النافذة خيار "وظائف Excel الأضافية " ثم الضغط علي ايقونة "الأنتقال ".



⇦ ستظهر نافذة " الوظائف الأضافية " نختار أداة Solver من خلال الضغط علي المربع المجاور لها .



⇦ وبالضغط علي " موافق " سنجد أن أيقونة أداة Solver ظهرت تلقائياً ضمن Solver تبويب " بيانات ".



وبتثبيت أداة Solver نستطيع الأن أن نبدأ في توضيح كيفية أستخدام برنامج Excel في تخطيط وجدولة المشروعات بأسلوب (بيرت) من خلال المثال التالي :

مثـال : فيما يلي بيانات أنشطة مشروع أنشاء برج العلياء .

أسم النشاط	رمز النشاط	النشاط السابق	الوقت المتشائم	الوقت العادي	الوقت المتفائل
المخطط الهندسي	A	-	7	4	3
أستخراج التصريحات	B	A	3	2	1.8
تحديد شركة المقاولات	C	-	4.3	3	2.5
حفر الأساس	D	B,C	8	6.5	5
صب الأعمدة	E	D	14	9	7
بناء الأدوار	G	E	30	27	24.5
أعمال الكهرباء	H	G	9	7.7	5
أعمال السباكة	I	G	10	6	5.5
تركيب السراميك	J	I	5	4	3.5
أعمال الدهانات	K	J,H	15	9	7

(الوقت بالأسبوع)

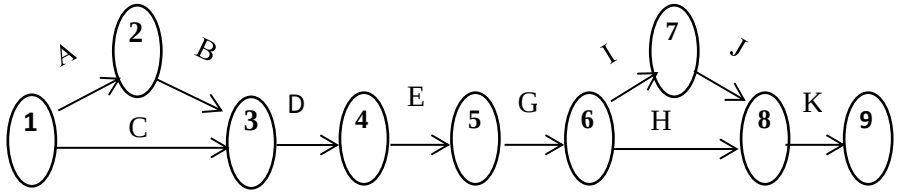
والمطلوب : أستخدام نموذج بيرت من خلال الأستعانة ببرنامج أكسل Excel لـ :

- مساعدة المستثمر في تخطيط وجدولة المشروع .
- إرشاد المستثمر إلي الأنشطة التي يُمكن التأخير فيها دون أن يتأثر زمن أنجاز المشروع , والأنشطة الحرجة التي لابد وأن يُراعي الحذر عند تنفيذها .
- معرفة مدي أحتمال أن يتأخر تنفيذ المشروع بمقدار ٦ أسابيع .

الحـــــل :

يتطلب استخدام أسلوب (بيرت) لتخطيط وجدول المشروعات رسم ما يُسمي **بشبكة الأعمال** وذلك حتي يسهل علينا تتبع الأنشطة والأحداث وإظهار العلاقة بينهم .

وبتنفيذ ما ورد في الجدول ومع مراعاة ترتيب الأنشطة سنجد أن شبكة الأعمال سوف تأخذ الشكل التالي :



ولنبدأ بالحل باستخدام برنامج أكسل في تقدير الوقت المتوقع والتباين لكل نشاط من خلال ما يلي :

أنشاء جدول يعبر عن بيانات برج العلياء حيث يوضح العمود الأول الأنشطة

, في حين يمثل العمود الثاني والثالث الرمز والأنشطة السابقة , أما العمود الرابع إلي السادس فتم تخصيصهم للأوقات المتفائلة والمتشائمة والعادية للأنشطة

◄ بيانات أنشطة مشروع أنشاء برج العلياء

أسم النشاط	رمز النشاط	النشاط السابق	الوقت المتشائم	الوقت العادي	الوقت المتفائل
المخطط الهندسي	A	-	7	4	3
أستخراج التصريحات	B	A	3	2	1.8
تحديد شركة المقاولات	C	-	4.3	3	2.5
حفر الأساس	D	B,C	8	6.5	5
صب الأعمدة	E	D	14	9	7
بناء الأدوار	G	E	30	27	24.5
أعمال الكهرباء	H	G	9	7.7	5
أعمال السباكة	I	G	10	6	5.5
تركيب السراميك	J	I	5	4	3.5
أعمال الدهانات	K	J,H	15	9	7

ورقة1 ورقة2 ورقة3

حساب الوقت المتوقع للأنشطة .

ولحساب الوقت المتوقع لكل نشاط يتم أضافة عمود أخر ليمثل الوقت المتوقع

حيث يتم تنشيط الخلية H6 ونكتب داخلها المعادلة التالية ثم نضغط enter للإدخال :

=ROUND(((E5+(F5*4)+G5)/6),2)

و تُعبر المعادلة عن قانون حساب الوقت المتوقع للنشاط السابق الذكر ولكن تم

أستخدام دالة ROUND والتي تهتم بتقريب الرقم الناتج من المعادلة إلي عدد معين بعد العلامة العشرية , وقد تم هنا التقريب إلي أقرب رقمين عشريين .

= ROUND(---- ,2)

◄ بيانات أنشطة مشروع أنشاء برج الغلياء

أسم النشاط	رمز النشاط	النشاط السابق	الوقت المتشائم	الوقت العادي	الوقت المتفائل	الوقت المتوقع للنشاط
المخطط الهندسي	A	-	7	4	3	
أستخراج التصريحات	B	A	3	2	1.8	
تحديد شركة المقاولات	C	-	4.3	3	2.5	
حفر الأساس	D	B,C	8	6.5	5	
صب الأعمدة	E	D	14	9	7	
بناء الأدوار	G	E	30	27	24.5	
أعمال الكهرباء	H	G	9	7.7	5	
أعمال السباكة	I	G	10	6	5.5	
تركيب السراميك	J	I	5	4	3.5	
أعمال الدهانات	K	J,H	15	9	7	

لاحظ : أن الخلية في برنامج أكسل يُمكن أن تُعبء بأرقام أو كلمات أو صيغ , وفي مثالنا الحالي تم تعبئة الخلية H6 بصيغة تُعبر عن معادلة , لذا قد قمنا بمراعاة متطلبات برنامج أكسل في كتابة الصيغ وهي:

- ✓ البدء بعلامة يساوي .
- ✓ عدم ترك مسافات بين عناصر المعادلة .
- ✓ استخدام أسماء الخلايا بدلاً من القيم التي تحتويها .

ولحساب الوقت المتوقع لكل الأنشطة ما علينا إلا تنشيط الخلية H6 والوقوف علي الطرف السفلي الأيسر لها إلي أن يتحول المؤشر إلي الشكل + **والسحب حتي نصل إلي الخلية** H15 , وسنجد ان البرنامج قد حسب الوقت المتوقع لكل الأنشطة واظهر النتيجة في الخلايا من H6 إلي H15 .

☜ **لاحظ** : أن ما ترتب علي عملية النسخ السابقة يرجع إلي خاصية يتميز بها برنامج أكسل , فالخلية التي **تحمل صيغة** معينة في برنامج أكسل تسمي **بالخلية المرجعية Reference Cell** تتميز هذه النوعية من الخلايا أنه إذا تم نسخها ولصقها في خلية أخري فإن هذه الصيغة المنسوخة تتغير بالنسبة للخلية الأخري.

	D	C	B	A	
1		1		3	1
2		3		5	2
3		4		8	3

فعلي سبيل المثال الخلية A3 تحمل الصيغةْ (=A1+A2) فعند نسخها في الخلية C3 يظهر في الخلية الرقم ٤ لأنه عند النسخ تحولت الصيغة من مجموع الخليتين (=A1+A2) إلي ما يقابل الخلية وهما مجموع الخليتين (=C1+C2)ويطلق علي الخلية في هذه الحالة الخلية المرجعية النسبية Relative Reference Cell لأن ما تقوم به قد تغير ليتوافق مع الخلية المنسوخ إليها.

إما إذا أردنا نسخ الخلية بدون أن تتغير محتوياتها فأنه في هذه الحالة **يلزم**

وضع الحرف الأبجدي للخلايا المكونة للصيغة الموجودة بالخلية بين علامتين الدولار فتصبح الصيغة في الخلية A3 كما يلي (=$A$1+$A$2)ويطلق عليها في هذه الحالة أسم الخليا المرجعية المطلقة Absolute Reference Cell وذلك لأنها لن تتغير عند النسخ .

حساب التباين للأنشطة .

ولحساب التباين لكل نشاط يتم أضافة عمود أخر ليمثل التباين, حيث يتم تنشيط الخلية I6 وتكتب داخلها المعادلة التالية ثم نضغط enter للإدخال :

=ROUND((((E6-G6)/6)^2),2)

و تعبر المعادلة عن قانون التباين للنشاط السابق الذكر ولكن تم أستخدام دالة ROUND للتقريب إلي أقرب رقمين عشريين (2, ----)ROUND .

ولحساب التباين لكل الأنشطة ما علينا إلا تنشيط الخلية I6 والوقوف علي الطرف السفلي الأيسر لها إلي أن يتحول المؤشر إلي الشكل + **والسحب حتي نصل إلي الخلية** I15 , وسنجد ان البرنامج قد حسب الوقت المتوقع لكل الأنشطة واظهر النتيجة في الخلايا من I6 إلي I15 .

◄ بيانات أنشطة مشروع أنشاء برج العلياء

أسم النشاط	رمز النشاط	النشاط السابق	الوقت المتشائم	الوقت العادي	الوقت المتفائل	الوقت المتوقع للنشاط	التباين
المخطط الهندسي	A	-	7	4	3	4.33	0.44
أستخراج التصريحات	B	A	3	2	1.8	2.13	0.04
تحديد شركة المقاولات	C	-	4.3	3	2.5	3.13	0.09
حفر الأساس	D	B,C	8	6.5	5	6.5	0.25
صب الأعمدة	E	D	14	9	7	9.5	1.36
بناء الأدوار	G	E	30	27	24.5	27.08	0.84
أعمال الكهرباء	H	G	9	7.7	5	7.47	0.44
أعمال السباكة	I	G	10	6	5.5	6.58	0.56
تركيب السراميك	J	I	5	4	3.5	4.08	0.06
أعمال الدهانات	K	J,H	15	9	7	9.67	1.78

مصفوفة العلاقة بين الأحداث والأنشطة .

يتم عمل مصفوفة تعبر عن **العلاقة بين الأحداث والأنشطة** التي تمثلها شبكة بيرت للأعمال , وذلك بوضع الأنشطة علي العمود B والأحداث علي الصف ٤ , ثم تمثيل هذه العلاقة من خلال تخصيص خلايا المصفوفة الناتجة لتحديد حدث البداية والنهاية لكل نشاط , حيث يعطي حدث بداية النشاط القيمة (-١) , ويُعطي حدث نهاية النشاط القيمة (١) كما يتضح مما يلي .

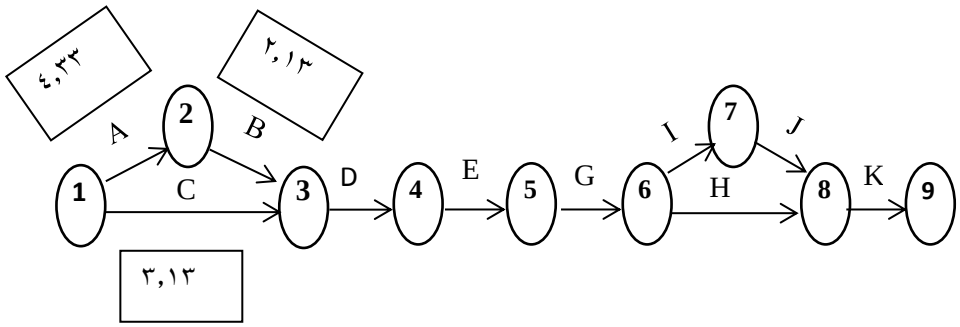
رمز النشاط	الأحـــداث								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	-1	1							
B		-1	1						
C	-1		1						
D			-1	1					
E				-1	1				
G					-1	1			
H						-1		1	
I						-1	1		
J							-1	1	
K								-1	1

الوقت المبكر لحدث و الأنشطة الحرجة .

يُعبر **الوقت المبكر للحدث** عن أقرب وقت للوصول إلي هذا الحدث أو بمعني أخر أقرب وقت لأكتمال جميع الأنشطة السابقة لهذا الحدث , ويتم حسابه من المعادلة :

الوقت المبكر للحدث=الوقت المبكر للحدث السابق + وقت النشاط السابق

وذلك مع ملاحظة أنه عند وجود أكثر من مسار يؤدي إلي الحدث يتم أخذ المسار الأطول زمناً , ولتوضيح السبب في ذلك ننظر إلي الحدث ٣ والذي يعبر عن بداية نشاط "حفر الأساس" D ونهاية مسارين : الأول A - B والثاني C .



فعلي الرغم أن الحدث ٣ يأتي بعد أنتهاء نشاط "تحديد شركة المقاولات " C (المسار الثاني) إلا أننا لا يمكن بدايته بعد الأنتهاء منه أي بعد ٣,١٣ أسبوع وذلك لأنه يتطلب ايضاً تنفيذ الأنشطة في المسار الأول وهي المعبرة عن "التخطيط الهندسي" A و "أستخراج التصريحات " B , أي لايمكن بدايته إلا بعد فترة زمنيه هي ٦,٤٦ أسبوع (٤,٣٣ + ٢,١٣) , وعلي ذلك يكون أمام المستثمر وقت فائض slack في نشاط "تحديد شركة المقاولات" C بمقدار الفرق الزمني بين المسارين ٣,٣٣ أسبوع (٦,٤٦ - ٣,١٣) يعطيه الحرية في أن يتأخر في أداء هذا النشاط إذا رغب , وهو ما يعني أنه بالنسبة **للمستثمر نشاط غير حرج** أي لا يؤثر التأخير فيه في تأخير زمن أنتهاء المشروع ما دام هذا التأخير في حدود الوقت الفائض أي ٣,٣٣ أسبوع , وذلك علي خلاف الأنشطة المكونة للمسار الأول فهي لا تتضمن أوقات فائضة , وبالتالي فأن أي تأخير فيها يؤدي إلي **تأخير المشروع بنفس المقدار**.

لذلك يطلق علي الأنشطة الذي يساوي الوقت الفائض لها صفر **الأنشطة الحرجة** وهي الأنشطة التي يجب أن يُراعي الحذر عند تنفيذها .

وبتطبيق قاعدة حساب الوقت المبكر للحدث بأخذ للمسار الأطول زمناً علي كامل الشبكة سنجد أن **الوقت المبكر لحدث النهاية "٩ " هو نفسه الوقت المتوقع اللازم لأنتهاء المشروع .**

وعلي ذلك فأن الوقت المتوقع لأداء البرنامج ليس هو مجموع كل الأوقات بل هو مجموع أوقات الأنشطة الحرجة , ويرجع ذلك لسببين الأول لأن هناك عدد من الأنشطة يتم أدائها بشكل متوازي , أما السبب الأخر فيرجع إلي أن هناك أوقات فراغ بسبب حتمية أداء الأنشطة بتسلسل معين .

المسار الحرج .

هو أطول مسار زمني يتكون من سلسة متصلة من الأنشطة الحرجة تمتد بين حدثي البداية والنهاية لشبكة الأعمال , لذا يُمكن أن يُحسب **الوقت المتوقع للأنتهاء المشروع** بطريقة أخري حيث **يساوي مجموع الأوقات المتوقعة لأنشطة الحرجة المكونة للمسار الحرج .**

الوقت المتأخر المسموح به .

نظراً لأن أسلوب بيرت يقوم علي تقدير الوقت المتوقع للأنشطة وهو وقت محتمل الحدوث وليس هو الوقت الذي نجزم حقيقةً بأن سيستغرقه النشاط , فأن بعض الأنشطة قد تأخذ وقت أطول من الوقت المتوقع مما يؤثر علي التخطيط الزمني للمشروع , لذا من الأهمية معرفة الوقت المتأخر المسموح به لأي نشاط أو حدث لأن معرفة الوقت المتأخر المسموح به سيوضح لنا أخر **لحظة من الزمن يُسمح به لأنجاز هذا النشاط بحيث لا يؤثر علي أنجاز**

المشروع عن الوقت المحدد , وبالتالي يستطيع متخذ القرار أن يحدد بناء علي معرفته إذا كان التأخير في نشاط أو حدث معين سيؤثر علي تأخير المشروع بأكمله أم لا .

ويمكن حساب الوقت الفائض بمعلومية الوقت المتأخر المسموح به حيث يساوي :

الوقت الفائض = الوقت المتأخر المسموح به – الوقت المبكر

ويمكن بسهولة عن طريق أستخدام برنامج إكسل التوصل إلي جميع المعلومات السابقة عن طريق أتباع مايلي :

- نُدخل الوقت المتوقع للأنشطة الذي تم حسابه سابقاً في العمود N في الخلايا من N5 : N14 .
- تخصيص الخلايا C18 : k18 لحساب قيم ونتائج الوقت المبكر لكل حدث , وهو المطلب الرئيسي من البرنامج لأنه كما سبق واوضحنا أنه الأساس لتحديد الوقت المتوقع للمشروع و الوقت الفائض للأنشطة .

رمز النشاط	الأحـــداث 1	2	3	4	5	6	7	8	9	الوقت المتأخر المسموح به		الوقت المتوقع		الوقت الفائض	النشاط الحرج
A	-1	1									≤	4.33			
B		-1	1								≤	2.13			
C	-1		1								≤	3.13			
D			-1	1							≤	6.5			
E				-1	1						≤	9.5			
G					-1	1					≤	27.08			
H						-1		1			≤	7.47			
I						-1	1				≤	6.58			
J							-1	1			≤	4.08			
K								-1	1		≤	9.67			
الحدث	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
الوقت المبكر															
الوقت المتوقع للمشروع															

- تخصيص الخلية F20 للوقت المتوقع لأنجاز المشروع , ونظراً لأن الوقت المتوقع للأنتهاء المشروع يساوي الوقت المبكر لحدث النهاية (الحدث رقم ٩), فسوف نضع في الخلية الصيغة :

=K18

- أنشاء العمود L ليُعبر عن الوقت المتأخر المسموح به لكل نشاط , ثم نقوم بحساب قيمة الوقت المتأخر المسموح به للأنشطة عن طريق وضع الصيغة التالية في الخلية L5 ونسخها عن طريق السحب من الزاوية السفلي اليسري (عندما يأخذ المؤشر شكل +) حتي الخلية K14 وذلك مع ملاحظة أنه تم وضع الخلايا k18 , C18 بين علامتي $ للتثبيت وعدم تغيرهما عند النسخ.

=SUMPRODUCT($C$18:$K$18,C5:K5)

- **ويلاحظ** : أنه تم أستخدام الدالة SUMPRODUCT التي تستخدم في إيجاد مجموع حاصل ضرب نطاقين من الخلايا وهما في مثالنا C5:K5 و C18: K18 , وهي دالة تأخذ الشكل :

=SUMPRODUCT (النطاق الأول , النطاق الثاني)

وقد تم وضع علامة الدولار حول خلايا النطاق $C$18:$K$18 للتثبيت حيث لا يتغير هذا النطاق المعبر عن الوقت المبكر بالنسخ .

- نقوم بوضع علامات أكبر من أو يساوي في العمود M لتُعبر عن أن الوقت المتأخر المسموح به دائماً أكبر من أو يساوي المدة المتوقعة للنشاط .

⇦ أنشاء العمود N ليُعبر عن الوقت الفائض لكل نشاط , ثم نقوم بحساب قيمة الوقت الفائض للأنشطة عن طريق وضع الصيغة التالية في الخلية N5 ونسخها عن طريق السحب من الزاوية السفلي اليسري حتي الخلية N14 .

=L5-N5

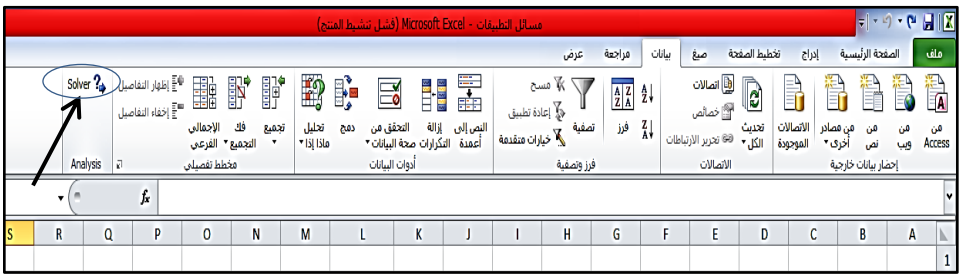
⇦ ولتحديد الأنشطة الحرجة نقوم بأضافة عمود P ونكتب في الخلية P5 الصيغة التالية :

=IF(O5=0,"yas","No")

والتي تعني أن يقوم البرنامج بفحص الوقت الفائض الموجود في الخلية O5, فإذا كان يساوي صفر يتم وضع كلمة yas (وهو ما يعني أن النشاط المقابل لها A نشاط حرج) , أما إذا أختلفت عن الصفر فيتم وضع No (أي أنه نشاط غير حرجة) .

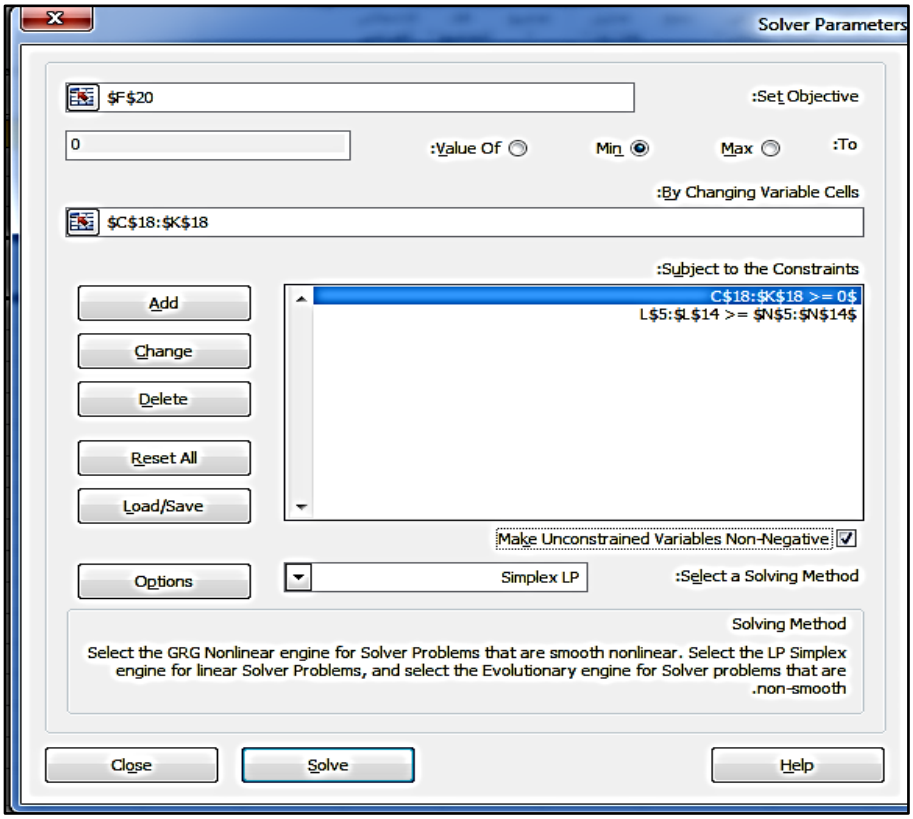
ولتطبيق ذلك علي باقي الأنشطة نقوم بنسخ هذه الصيغة عن طريق السحب من الزاوية السفلي اليسري إلي الخلية O14.

بعد القيام بالاعدادات السابقة نبدأ في حل المشكلة من خلال أداة Solver في قائمة بيانات .



وذلك علي أعتبار أننا أمام مشكلة برمجه خطية نبغي فيها الوصول إلي الحل الأمثل عن طريق تدنية الهدف (الوقت المتوقع لأنجاز المشروع) إلي أدني حد ممكن من خلال التغيير في قيم الوقت المبكر للأنشطة , في ظل وجود مجموعة من القيود تتمثل في أن أوقات الأنشطة قيم موجبة , وأن الوقت المتأخر المسموح به للأنشطة دائماً أكبر من أو يساوي الوقت المتوقع .

وبناء علي ما سبق سوف ندخل **المعطيات** التالية في نافذة Solver :



✍ نضع الخلية $F$20 المعبرة عن الوقت المتوقع للمشروع في خانة دآلة الهدف set objective وذلك من خلال الوقوف في خانة دالة الهدف ثم الضغط كليك شمال علي الخلية , فتظهر الخلية مباشرة في الخانة وموضوعة بين علامة الدولار كخلية مرجعية مطلقة لا يجوز تغيرها .

- نختار min لأننا نهدف إلي التدنية .
- نضع في الخلايا التي يتم تغييرها by changing الخلايا C$18:$K18 المعبرة عن الوقت المبكر للأنشطة.
- وفي خانة القيود subject to نضع :

$L$5:$ L$14 ≥ $N$5:$N$14

هذا بالأضافة إلي أختيار عدم السالبية .

- نختار من select a solveing maethod الخيار simplex LP ليُعبر **عن الخطية** .

وبالضغط علي solve يتم حل المشكلة وتظهر لنا النتائج التالية والتي يتضح منها ما يلي :

رمز النشاط	الأحـــداث										الوقت المتأخر		الوقت	النشاط	النشاط
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		المسموح به		المتوقع	الفائض	الحرج
A	-1	1								≤	4.33		4.33	0	yas
B		-1	1							≤	2.13		2.13	0	yas
C	-1		1							≤	6.46		3.13	3.33	No
D			-1	1						≤	6.5		6.5	0	yas
E				-1	1					≤	9.5		9.5	0	yas
G					-1	1				≤	27.08		27.08	0	yas
H						-1		1		≤	10.66		7.47	3.19	No
I						-1	1			≤	6.58		6.58	0	yas
J							-1	1		≤	4.08		4.08	0	yas
K								-1	1	≤	9.67		9.67	0	yas

الحدث	1	2	3	4	5	6	7	8	9
المبكر	0	4.33	6.46	12.96	22.46	49.54	56.12	60.2	69.87

الوقت المتوقع للمشروع	69.87

- الوقت المتوقع لأنجاز المشروع هو ٦٩,٨٧ أسبوع .
- الأنشطة المكونة للمسار الحرج (النشطة الحرجة) هي:

K- J - I -G-E-D - B

- هناك وقت فائض في كل من النشاط C مقداره ٣,٣٣ أسبوع , والنشاط H مقداره ٣,١٩ أسبوع وبالتالي فهي أنشطة غير حرجة .

أحتمال إنجاز المشروع في وقت معين .

أوضحنا فيما سبق أنه نظراً لأن المدة المقدرة لأنجاز المشروع يتم احتسابها علي أساس إحصائي , فأن هناك أحتمال لأن يتأخر أو يتقدم زمن أنجاز المشروع عن الوقت المحدد , لذلك كان من الأهمية العملية بالنسبة لمتخذ القرار أن يتعرف علي أحتمال هذا التغير ليتخذ قرارته في ضوء هذا الأحتمال , وسوف نتعرف هنا علي الطريقة الكمية لحساب هذا الأحتمال ثم سوف نتناول كيفية تحقيق ذلك من خلال أستخدام برنامج أكسل .

حساب أحتمال إنجاز المشروع في وقت معين :

لحساب أحتمال إنجاز المشروع في وقت معين ينبغي أولاً حساب الأنحراف المعياري Z لأي وقت مستهدف عن متوسط الوقت المقدر للأنجاز وذلك من خلال العلاقة التالية :

$$Z = \frac{\text{الوقت المستهدف} - \text{متوسط وقت أنجاز المشروع}}{\sqrt{\text{تباين وقت أنجاز المشروع}}}$$

ثم نحصل علي الأحتمال من جدول التوزيع الطبيعي الذي يقابل قيمة Z المعيارية التي حصلنا عليها من المعادلة .

ولكن ينبغي أن نلاحظ أنه **نظراً لأن الوقت المتوقع للأنتهاء من المشروع يساوي مجموع الأوقات المتوقعة للأنشطة الحرجة المكونة للمسار الحرج , فأن تباين وقت أنجاز المشروع هو مجموع تباينات الأنشطة الحرجة فقط المكونة للمسار الحرج .**

والأن لنقم بأستخدام برنامج أكسل لحساب أحتمال تأخر المشروع بمقدار ٦ أسابيع .

نبدأ بإضافة عمود Q ونقوم بنسخ تباينات الأنشطة التي تم الحصول عليها سابقاً .

ونظراً لأن تباين وقت أنجاز البرنامج هو مجموع تباينات الأنشطة الحرجة المكونة للمسار الحرج فأننا سوف نضيف عمود أخر R يُخصص لتباين الأنشطة المكونة للمسار الحرج حيث نضع الصيغة التالية في الخلية R5 .

=IF(P5="YAS",Q5,"0")

والتي تعني أن يقوم البرنامج بفحص الوقت الفائض الموجود في الخلية O5, فإذا كان يساوي صفر يتم وضع كلمة yas بمعني أن النشاط المقابل لها A نشاط حرج , أما إذا أختلفت عن الصفر فيتم وضع No علي أعتبار أنه نشاط غير حرجة (لاحظ أننا لم نضع Q5 بين علامتي تنصيص لأنها خلية سوف تتغير قيمتها عند النسخ).

ولتطبيق ذلك علي باقي الأنشطة نقوم بنسخ هذه الصيغة عن طريق السحب من الزاوية السفلي اليسري إلي الخلية R14 , ثم نقوم بتخصيص الخلية R15 لتباين البرنامج وذلك من خلال جمع قيم عمود تباينات الأنشطة الحرجة عن طريقة وضع الصيغة التالية :

=SUM(R12:R14)

💻 تخصيص الخلية لحساب Z المعيارية عن طريق الصيغة .

=P17/SQRT(R15)

حيث : SQRT دالة تُستخدم لحساب الجذر التربيعي.

💻 وبدلا من الرجوع إلي جدول التوزيع الطبيعي لأيجاد قيمة الأحتمال المقابلة لـ Z المعيارية يحتوي برنامج أكسل أبتداء من الأصدار ٢٠١٠علي صيغة معادلة تُمكننا من ذلك هي NORM.S.DIST, وبالتالي يتم تخصيص الخلية P19 لحساب أحتمال تأخر المشروع أكثر من ٦ أسابيع من خلال الصيغة التالية مع ملاحظة أننا قد أضفنا الدالة ROUND لتقريب قيمة الأحتمال الناتجة إلي ٤ أرقام عشرية .

=ROUND((1-(NORMSDIST(P18))),4)

رمز النشاط	الأحداث										الوقت المتأخر		الوقت المتوقع	الوقت الفائض	النشاط الحرج	تباين الأنشطة	تباين أنشطة المسار الحرج
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		المسموح به						
A	-1	1								≤	4.33		4.33	0	yas	0.44	0.44
B		-1	1							≤	2.13		2.13	0	yas	0.04	0.04
C	-1		1							≤	6.46		3.13	3.33	No	0.09	0
D			-1	1						≤	6.5		6.5	0	yas	0.25	0.25
E				-1	1					≤	9.5		9.5	0	yas	1.36	1.36
G					-1	1				≤	27.08		27.08	0	yas	0.84	0.84
H						-1		1		≤	10.66		7.47	3.19	No	0.44	0
I						-1	1			≤	6.58		6.58	0	yas	0.56	0.56
J							-1	1		≤	4.08		4.08	0	yas	0.06	0.06
K								-1	1	≤	9.67		9.67	0	yas	1.78	1.78
															تباين المسار الحرج		2.4

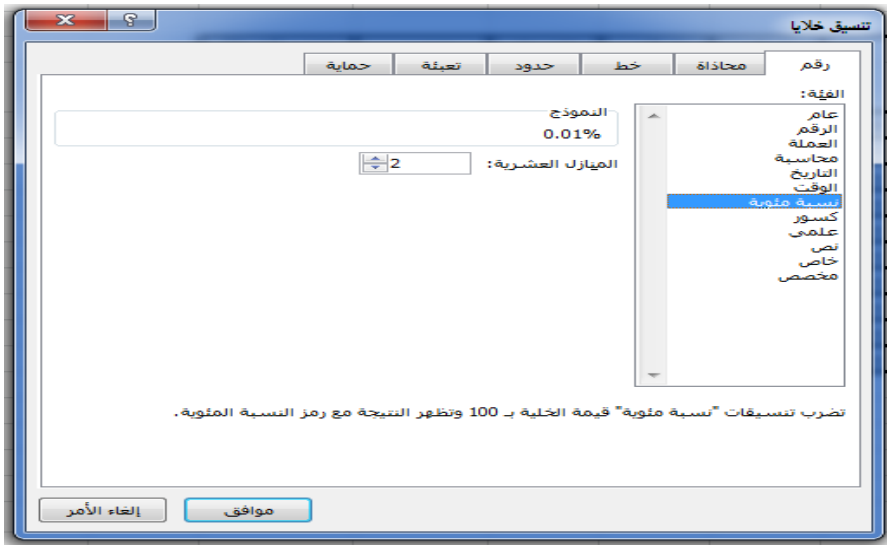
الحدث	1	2	3	4	5	6	7	8	9
الوقت المبكر	0	4.33	6.46	12.96	22.46	49.54	56.12	60.2	69.87

الوقت المتوقع للمشروع	69.87

فترة تأخر المشروع	6
المعيارية Z	3.87298
احتمال تأخر المشروع	0.0001

ولظهور الأحتمال في صورة مئوية سوف نقوم بتنشيط الخلية P19 ثم الضغط علي زر الفارة الأيمن وأختيار تنسيق الخلايا.

فستظهر نافذة نختار منها نافذة (رقم) , ثم من نافذة رقم نختار (نسبة مئوية) ثم الضغط علي موافق .



فتظهر النتيجة وهي أن أحتمال تأخر المشروع أكثر من ٦ أسابيع هو ٠,٠١% كما يتضح مما يلي :

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
3	الأحـــداث									الوقت المتأخر		الوقت المتوقع	الوقت الفائض	النشاط الحرج	تباين الأنشطة	تباين المسار الحرج
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	المسموح به						
5	-1	1								4.33	≤	4.33	0	yas	0.44	0.44
6		-1	1							2.13	≤	2.13	0	yas	0.04	0.04
7	-1		1							6.46	≤	3.13	3.33	No	0.09	0
8			-1	1						6.5	≤	6.5	0	yas	0.25	0.25
9				-1	1					9.5	≤	9.5	0	yas	1.36	1.36
10					-1	1				27.08	≤	27.08	0	yas	0.84	0.84
11						-1		1		10.66	≤	7.47	3.19	No	0.44	0
12						-1	1			6.58	≤	6.58	0	yas	0.56	0.56
13							-1	1		4.08	≤	4.08	0	yas	0.06	0.06
14								-1	1	9.67	≤	9.67	0	yas	1.78	1.78
15																2.4
16																
17	1	2	3	4	5	6	7	8	9				فترة تأخر المشروع	6		
18	0	4.33	6.46	12.96	22.46	49.54	56.12	60.2	69.87				المعيارية Z	3.87298		
19													احتمال تأخر المشروع	0.01%		
20	الوقت المتوقع للمشروع			69.87												
21																