جدولة خط انتاجي باستخدام أسلوب المسار الحرج/ دراسة حالة في الشركة العامة للصناعات الكهربائية

م.م. منى شاكر سلمان/الجامعة التقنية الوسطى/المعهد التقني الصويرة / Muna.shaker@mtu.edu.iq

P: ISSN : 1813-6729
E : ISSN : 2707-1359
https://doi.org/10.31272/jae.i135.1169

تأريخ أستلام البحث : 2022/8/21 مقبول للنشر بتأريخ :2022 /9/20

المستخلص

تواجه ادارة المشروع تحديات تتمثل في انجاز المشروع على الرغم من خضوعه لقيود تتعلق بالوقت و الموارد المالية المخصصة للمشروع لذا فأن هذا الامر يتطلب حساب دقيق للوقت والكلفة , يتناول البحث مشروع اكمال طلبية انتاج 2000 سخاناً كهربائياً في الشركة العامة للصناعات الكهربائية بعد تحليل تأخير في وقت اكمال الطلبية عن الوقت والكلفة المقرر له . وعلى هذا الاساس تم دراسة المشروع من جديد وفق الاساليب العلمية والرياضية الحديثة، استعمال اسلوب المسار الحرج (CPM) لايجاد وقت اكمال الطلبية وكلفتها وبالاعتماد على احد البرامج الجاهزة الكفوءة وهو برنامج (WinQSB2). ومن أهم النتائج (257) يوماً لانجاز طلبية انتاج 2000 سخاناً كهربائياً وبكلفة قدرها (152,000,000) مليون دينارا. ان وقت وكلفة اكمال طلبية انتاج 2000 سخاناً كهربائياً في الشركة العامة للصناعات الكهربائية بالاعتماد على الخبرة الشخصية والاساليب الرياضية البسيطة وحسب البيانات التي اخذت من قسم التخطيط في الشركة كان (300) يوماً وبكلفة قدرها (190,000,000) مليون ديناراً وبالمقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها باستعمال اسلوب المسار الحرج (CPM) نستنتج ان الأسلوب المقترح اثبت كفائته ورصانته في جدولة أوقات الأنشطة فضلا عن تقليله لوقت انجاز الطلبية بـ (43) يوماً وتقليله للكلفة بمقدار(38,000,000) مليون ديناراً عما مخطط له في الشركة.

الكلمات المفتاحية: طريقة المسار الحرج (CPM) ، جدولة المشروع ، برمجية (WinQSB2) .

مجلة الادارة والاقتصاد
مجلد 47 / العدد 135 / كانون الاول/ 2022
الصفحات : 146 - 161

1. المقدمة

تعد مرحلة جدولة المشروع المرحلة التي تعنى بدراسة الوقت الذي يعد واحداً من الاهداف الرئيسة للمشروع فضلا عن وضع تقديرات حاجة الانشطة من الموارد الاساسية مثل القوى العاملة والمواد والمعدات وغيرها واجراء الموازنة السليمة في توزيعها مابين الانشطة بحسب حاجة كل نشاط. أن من أهم التحديات التي تواجه إدارة اي المشروع في الوقت الحاضر هو ضمان إنجاز المشروع على الرغم من خضوعه لقيود محددة منها قيود تتعلق بالوقت وأخرى تتعلق بالموارد المالية المخصصة للمشروع لذا فإن هذا الأمر يتطلب حساب دقيق للوقت والكلفة وعلى هذا الأساس لابد من دراسة المشروع وفق الأساليب العملية والرياضية الحديثة ومنها طريقة المسار الحرج Critical Path Method (CPM) او إسلوب Project Evaluation (PERT) and Review Technic. ان هذا البحث ركز على استعمال واحد من افضل اساليب جدولة المشروع وهي طريقة المسار الحرج لايجاد وقت وكلفة اكمال طلبية انتاج 2000 من منتج السخان الكهربائي في الشركة العامة للصناعات الكهربائية.

2. منهجية البحث

1.2.مشكلة البحث

تعاني الشركة العامة للصناعات الكهربائية من ضعف في تخطيط وجدولة عملياتها الانتاجية و اعتماد الاساليب الكمية لمعالجة التلكؤ في انجاز المشروع والوصول الى الهدف المرجو وهناك اسباب عديدة تؤدي الى تلكؤ انجاز المشروع في الوقت المناسب وبالتالي زيادة كلفتـه الكلية اهمها:

1. عدم الاهتمام بعامل الزمن مما يؤدي الى التأخير في انجاز المشروع وغياب التخطيط وفق منهج علمي واضح.
2. تعتمد الشركة على الخبرة الشخصية والمهارات الفردية في تنفيذ المشروع ولا تعتمد على الاساليب العلمية.
3. تجاوز التكاليف للمشاريع عن الميزانية المخصصة.

وبالاعتماد على الاساليب العلمية والرياضية التي سوف نستعملها لاكمال المشروع وبأقل كلفة سيحاول هذا البحث الاجابة على السؤال الاتي:

هل بالامكان حساب وقت وكلفة اكمال المشروع الانتاجي في الظروف الطبيعية باستعمال اسلوب المسار الحرج؟

2.2. هدف البحث

في ضوء ما تضمنته مشكلة البحث وبما ينسجم معها يمكن تحديد هدف البحث في النقاط الاتية:

1. الاستغلال الامثل للموارد المتاحة وتحسين الاداء من خلال تطبيق اساليب البرمجة الشبكية بشكل عام واسلوب المسار الحرج (CPM) بشكل خاص.
2. التنسيق بين الانشطة وتنظيمها بشكل متسلسل ومتتابع .
3. ايجاد وقت وكلفة اكمال المشروع في الظروف الطبيعية.

وباستعمال احد البرامج الجاهزة الكفوءة وهو برنامج (WINQSB2) لايجاد النتائج وتزويد البحث بالجداول والاشكال التوجيهية اللازمة لذلك.

3.2. أهمية البحث

1. المساهمة في تقليل تأخير الانجاز والحد من الآثار المترتبة عليه في المشاريع .
2. الارتقاء بمستوى اداء وادارة المشروع وفق المنهج العلمي الصحيح .
3. تقديم الفائدة الى الباحثين في المجال الاكاديمي الممارسين في الجانب العلمي .
4. تعزيز المكتبة العلمية بمزيد من الابحاث والدراسات التطبيقية في مجال المشاريع الانتاجية .

4.2 مجتمع وعينة البحث

يمثل مجتمع البحث جميع المنتجات التي تقوم بانتاجها الشركات الإنتاجية التابعة لوزارة الصناعة العراقية وتم اختيار احد منتجات الشركة العامة للصناعات الكهربائية وهو منتج السخان الكهربائي سعة (80 لتراً) كعينة للبحث, اذ يعد هذا المنتج احد اهم منتجات الشركة لكونه يصنع بشكل كامل داخل معامل الشركة علاوة على ما تبين للباحث من المراجعة المتكررة للشركة من حقيقة ان الطلب على هذا المنتج كبير في السوق العراقية يعكس حاجة ضرورية تستوجب البحث والتحليل المستمرين.

5.2 . أداة البحث

في هذه البحث سنتبع المنهج الوصفي التحليلي , من خلال ماطرح في الاطار النظري الذي يتطرق الى اهم المفاهيم والمبادئ الاساسية لادارة المشروع والتخطيط الشبكي بالاعتماد على المصادر والادبيات والابحاث العلمية في خلال مجال البحث.كما يأخذ البحث منهج دراسة الحالة حيث اعتمد البحث على المنهج الكمي في الجانب العملي فيه, حيث يتم استخدام ادوات قياس كمية وهو اسلوب المسار الحرج (CPM) من خلال البرامج

الخاصة بها وذلك بالاعتماد على برنامج (WINQSB2) لايجاد النتائج وتزويد البحث بالجداول والاشكال التوجيهية اللازمة لذلك.

6.2. الاساليب المستخدمة في حل وتحليل البيانات :

اعتمد الباحث على عدة اساليب في عملية جمع البيانات شملت كل من المقابلات الشخصية مع السادة مدراء الأقسام (البحث والتطوير والتصميم , المالية , السيطرة النوعية , تخطيط المواد ,التسويق , مدير الخط الإنتاجي) في الشركة حيث تم جمع البيانات وتبويبها من خلال سجلات الشركة المبحوثة وأراء الخبراء من المذكورين.اعتمد الباحث على اسايب التحليل الشبكي حيث استعمل اسلوب المسار الحرج (CPM) في جدولة اوقات المشروع ومن ثم إيجاد وقت اكمال المشروع.كما جرى استعمال البرامج (Excel , Word) لتهيئة وتبويب بيانات البحث واعداد الجداول والاشكال وبرامج اخرى في عملية إيجاد النتائج خاصة ببحوث العمليات وإدارة وجدولة المشاريع مثل البرنامج (Win QSB2).

7.2 .الدراسات السابقة

قدم عدد من الباحثين دراسات حول موضوع استخدام اساليب البرمجة الشبكية ومنها اسلوب المسار الحرج CPM في اكمال المشروع وبأقل كلفة ممكنة ففي عام (2014) اقترح الباحث (Kadim, 2014) استعمال استخدام أسلوب المسار الحرج (CPM) للسيطرة على العمليات التصنيعية لتقليل أوقات العمليات التصنيعية والجهد اللازم للإنتاج من خلال دمج بعض العمليات الإنتاجية وتقليل الوقت لتقليل تكاليف التصنيع وقد اثبتت الطريقة كفائتها وجدارتها من خلال النتائج المستحصلة. في العام (2015) استخدم الباحثان (Khalaf and Salman, 2015) الاساليب العلمية والرياضية الحديثة واستعمال احد اساليب جدولة وادارة المشروع وهو اسـلوب CPM لايجاد وقت انجاز مشروع القرية العصرية , ولادارة المشروع اهداف متعددة تسعى الى تحقيقها في آن واحد الامر الذي يتطلب الجهد الكبير وصعوبة الوصول الى قرارات مناسبة من قبل متخذ القرار فكان لا بد من استخدام اسلوب رياضي كفوء وهو برمجة الأهداف لبناء نموذج رياضي متعدد الاهداف وبينت النتائج المتحصلة من حل الانموذج الرياضي باستعمال احد البرامج الجاهزة (Win Q.S.B.V2) الى اهمية هذا الاسلوب وكفاءته لجدولة مشروع القرية العصرية في ظل وجود اهداف عديدة ومتناقضة لادارة المشروع حددتها وفق اهميتها وتسعى الى تحقيقها في آنٍ واحد. في العام (2020) ونتيجة للتاخير الذي تعانيه مشاريع ادارة البلدية في محافظة كربلاء المقدسة من مشكلة تأخير مشاريعها وفوضى في طرق التنفيذ اقترح الباحثان (Jawad and Kazem, 2020) استخدام طريقة المسار الحرج CPM في جدولة مشروع تبليط شارع حي العامل ساید الایاب بطول (1,52كم) لتقليل وقت انجاز المشروع ولتقديم المساعدة لهذه المديرية وبيان كيفية جدولة المشاريع بإحدى الطرق العلمية المتقدمة حيث أثبتت نتائج الدراسة قدرة أسلوب المسار الحرج CPM على جدولة أي مشروع وإمكانية تسريع وقت الإنجاز وكذلك سهولة الاستخدام وفعالية النتائج خاصة مع إدخال البرامج الحديثة.

3. الاطار النظري

1.3 مفهوم المشروع

ان المشروع يمكن ان يكون عملية بناء مصنع او بناية مستودع او ان يكون تطوير منتجات جديدة او ادخال نظام جديد او تطوير برمجية والمشروع كما يبدو هو حزمة من الانشطة والمهام التي لها بداية ونهاية (الشمري,24,23:2007) , وهذا قد لا يكون كافياً في التعبير عن المشروع , يورد الباحثون عدة تعاريف عديدة للمشروع تتفق في الكثير من العناصر لكنها تختلف من حيث الشمولية واسلوب التعبير , على سبيل المثال (جابر, 1988: 89): يعرف المشروع بانه نشاط بشري منظم يهدف الى انجاز هدف معين في فترة زمنية محددة وباستخدام موارد متنوعة من العاملين والمستلزمات الفنية والطاقة والمواد الاولية والموارد المالية ، اما جمعيـة ادارة المشـروع البريطـاني (Association of Project management)عرفت المشروع بانه مجموعة من الانشطة المترابطة غير الروتينية لها بدايات ونهايات زمنية محددة يتم تنفيذها من قبل شخص او منظمة لتحقيق اداء واهداف محددة في اطار معايير الكلفة , الزمن , الجودة، كما عرفه معهد ادارة المشروع (PMI 2001) بانه مبادرة او مقاولة مؤقتة لانتاج او تقديم منتج , خدمة , او نتيجة فريدة(العبيدي و الفضل , 2010: 14,13). يلاحظ من التعاريف السابقة انها تنطبق على كل عمليات ادارة المشروع سواء كانت تلك المشاريع صغيرة الحجم او كبيرة وبغض النظر عن نوع المنتـج (المخرجات) من المشروع سواء كان سلعة او تقديم خدمة , المهم انها تقع ضمن عمليات المشروع .

2.3 خصائص المشروع

هناك بعض الخصائص التي تتميز بها المشروعات بحيث ان كل مشروع له خصائص تختلف عن المشروعات الاخرى وتتمثل هذه الخصائص فيما يلي (صالح,1987: 78):

1. ان الهدف (Objective): يمثل النتيجة النهائية للمشروع , أي لكل مشروع غرض محدد ونشاط يحدث لمرة واحدة فقط لتحقيق الهدف الرئيسي للمشروع .
2. دورة الحياة (Life Cycle): حيث تبدأ المشاريع بفكرة وتستمر من خلال عمليات التخطيط والتنفيذ الى نهايتها وعليه فأن كل مشروع له طبيعة مؤقتة وخاصية حياتية تبدأ من نقطة وتنتهي عند نقطة معينة .
3. التداخلات (Interdependencies) عادة تتداخل المشروعات في المنظمة بعضها البعض وتتداخل ايضاً مع الاقسام الوظيفية الاخرى في المنظمة من انتاج وتسويق وتمويل وموارد بشرية ... الخ .
4. الانفرادية (Uniqueness): كل مشروع له مزايا وخصائص يتميز بها عن أي مشروع آخر فلكل مشروع اهدافه المتنوعة ووسائله المختلفة لتحقيق هذه الاهداف .
5. النزاع (Conflict): المشاريع تواجه صراعات مختلفة سواء مع بعضها البعض في المنظمة او مع الاقسام الوظيفية الاخرى في المنظمة .
6. القيود (Constrains): لكل مشروع مجموعة من القيود والمحددات تقف امام تنفيذه ومن هذه القيود الوقت , التكلفة , الجودة , البيئة , الثقافة التنظيمية والقيم (المالكي , 2010 : 53).

3.3 ادارة المشروع

يرجع تنظيم أي مهمة كمشروع الى تركيز المسؤولية والسلطة لفرد او مجموعة صغيرة من الافراد لضمان تحقيق الاهداف وتعرف ادارة المشروع بانها : الوظيفية الادارية التي تتضمن مسؤولية تحديد [الاهداف , التنظيم , التخطيط , الجدولة , الميزانيات التقديرية , التوجيه والرقابة] لتحقيق المعايير الفنية والمالية والمالية للمشروع(صالح، 1987: 90).وتعرف ايضاً بانها : مجموعة الاساليب المستخدمة لادارة فريق من الافراد لانجاز سلسلة من المهام والانشطة ضمن جدولة زمنية معينة وموازنة محددة . (دودين , 2012: 27,26) وتشتمل ادارة المشروع على مايلي : (تحديد المتطلبات الخاصة بالمشروع , وضع اهداف واضحة ويمكن تحقيقها, توازن وتحقيق المتطلبات التنافسية للجودة والنطاق والوقت والكلفة, تكييف المواصفات والخطط والاساليب نحو الاهتمامات والتوقعات المختلفة لاصحاب المصلحة في المشروع)

1.3.3 تخطيط المشروع

التخطيط هو اول الوظائف الادارية واهمها وتركز عليه باقي الوظائف الادارية الاخرى من تنظيم وتوجيه ورقابة .ان التخطيط له علاقة مباشرة بعنصرين رئيسيين:الاول هو المستقبل , الثاني هو العلاقة بين الاهداف والطرق المستخدمة لتحقيق هذه الاهداف .وان أي مشروع سيواجه العديد من التغييرات في الواقع العملي التي لا يمكن السيطرة عليها ومثال ذلك:(ان يكون العاملون دون المستوى المطلوب من المهارة , المورد لا يوفر المواد بالتوقيت او الجودة المطلوبة) و هنا يأتي دور التخطيط من خلال رسم الاستجابات المطلوبة لحل كل مشكلة قبل وقوعها(المالكي, 2010: 39).أي ان التخطيط هو اداة لبناء تصور مسبق عن مراحل تنفيذ المشروع والمخاطر المتوقعة التي سيواجهها والاستجابات اللازمة للمعالجة. ويعرف تخطيط المشروع ايضاً بانه المرحلة التي ينتقل فيها المشروع من مجرد فكرة الى خطة توضح اهدافه ونشاطاته وخدماته والفئات الموجه اليها وكيف يتم التعامل مع الزبائن. (العبيدي و الفضل , 2010: 14,13)

2.3.3 خطة المشروع

تمثل خطة المشروع خريطة طريق ترشد فريق المشروع الى كيفية الوصول من نقطة انطلاق المشروع الى نقطة انهائه, ولاهمية الخطة فان اعدادها يتطلب جهدا ووقتا كبيرا من ادارة المشروع وقد تشترك جميع الاطراف المهتمة في المشروع في اعداد الخطة لضمان فهمها وتقليل فرص حدوث الصراعات بينها في مرحلة التنفيذ، وتتضمن هذه المرحلة ايضا تحليل الانشطة الى وحدات حيث تكون كل وحدة مكونة من مجموعة من الانشطة من نفس نوع العمل وبنفس الحجم ثم تحليل هذا المستوى الى المستويات الادنى ثم بعد ذلك يتم بناء شبكة عمل المشروع (نجم, 2013: 75).وفي اطار المشروع تاخذ الخطط ثلاثة ابعاد تركز على مايلي (نجم ، 2012: 82):1.الوقت اللازم للانجاز2.الموارد المالية3.الموارد البشرية للمشروع.

3.3.3 ادوات التخطيط والرقابة

تستلزم عملية التخطيط اعداد الجداول وبرامج العمل التفصيلية وكلما كان اعداد هذه الجداول سهل التعلم والاستخدام كلما انخفضت كلفة التخطيط والعكس صحيح ، ونتيجة لدعم الحاسوب في اعداد الجداول والمخططات اصبحت ادوات التخطيط والسيطرة متاحة من خلال الحاسوب الشخصي الصغير بدلا من الحاسوب الكبير قبل بضع سنين.ومن اهدم الادوات مايلي (العبيدي ، الفضل ، 56:2010)

1. مخطط تحليل العمل (WBS) Work- break down structure
2. مخطط غانت Gantt Chart
3. شبكات الاعمال Networks

4.3. انواع المشاريع

اصبحت المشاريع تتزايد بشكل واسع في مختلف الشركات وذلك بسبب تنوع المنتجات الجديدة , الدخول في اسواق جديدة , ازدياد حجم المنافسة المحلية والعالمية , التطورات السريعة في التكنولوجيا , التغيرات في طبيعة بيئة الاعمال العالمية , والزيادة في طلب الزبون على منتجات متنوعة بشكل كبير من اجمالي الجهود التنظيمية الى النشاطات الموجهة للمشروعات .

ويعرض المتخصصون في العلوم الادارية تقسيمات مختلفة للمشاريع في الواقع العملي وذلك بالاستناد الى طبيعة القطاع او طبيعة الهدف الذي يؤسس من اجله المشروع , وفيما يلي توضيح لكل واحدة من هذه الانواع

أ- **المشاريع الانشائية**: وهي المشاريع الاكثر شيوعاً في الواقع العملي .

ب- **المشاريع الصناعية:** ذات الطابع الهندسي والتكنلوجي والتي تهدف الى اقامة المصانع والخطوط الإنتاجية..الخ

ث- **المشاريع الخدمية:** يتمخض عنها مخرجات ملموسة او غير الملموسة مثل مشروع تسويق منتج جديد..الخ.

ت- **مشاريع علمية**: ويقصد بذلك كافة المشاريع العلمية البحثية ذات الطابع العلمي (معالجة مشكلة كساد او تدهور ، تصميم بناء معلوماتي او حاسوبي ، تطوير منتج معين ، بحوث الفضاء واكتشاف البحار ، ..الخ)

ج- **المشاريع الاجتماعية**: ان المشاريع الاجتماعية ترتبط بتوجيهات الدولة نحو خلق تنمية اجتماعية .

د- **المشاريع الاقتصادية:** ويقصد بذلك المشاريع على مستوى اقتصاد البلد بشكل عام (الشمري ،25:2007)

5.3 أدارة وقت المشروع

أن اتخاذ القرار باقامة المشروع يعني تخصيص الموارد الضرورية له مما يتوجب على ادارة المشروع من استغلال هذه الموارد بالشكل الافضل وبفاعلية لتحقيق هدف المشروع المقرر، ومن ابرز هذه الموارد هو الزمن الذي يتوجب عدم تجاوزه ووفق مواصفات وشروط المشروع الواجب تحقيقها بما تلبي حاجات ومتطلبات المستخدم للمشروع ، ويتم تمثيل الجدولة بعدة طرق منها الجداول الزمنية او المخططات البيانية (Bar Charts) او مخططات جانت (Gantt Charts) او بهيئة المخططات الشبكية. هي (Khalaf and Salman, 2015:181):

وبالنظر لكون المشروع عبارة عن منتج يمتاز بالتفرد والخصوصية لذا فأن الفعاليات المتشابهة بالمشروع ليست بالضرورة من ان تنجز بنفس الطريقة وهذا مايتطلب من العاملين الاستفادة من الخبرات المتراكمة في مجال التخطيط والجدولة في أدارة المشروعات (دودين ، 2012 : 85)

تشتمل أدارة وقت المشروع على العمليات اللازمة لأكمال المشروع في الوقت المحدد والتي تتمثل بالتالي:

1- تحديد الانشطة من خلال تحديد الاجراءات التي يتم تنفيذها كي يتم انتاج مخرجات المشروع .
2- تسلسل الانشطة وهي عملية تحديد وتوثيق العلاقات بين انشطة المشروع .
3- تقديرموارد النشاط هي تقدير نوع وكميات المواد والافراد والمعدات اللازمة لتنفيذ كل نشاط من الانشطة.
4- تقديرالفترات الزمنية للنشاط وهي تقدير فترات العمل لاكمال الانشطة المستقلة باستخدام الموارد المتاحة.
5- وضع الجدول الزمني هو عملية تحليل تسلسلات الانشطة وفتراتها والموارد اللازمة وقيود الجدول الزمني
6- مراقبة الجدول الزمني هي عملية مراقبة حالة المشروع لتحديث تقدم المشروع والتحكم في التغييرات .

6.3. ادارة المشاريع باستخدام اسلوبي (CPM, PERT)

المشروع (Project) كما عرف سابقا على انه مجموعة من الانشطة المتداخلة الواجب انجازها في تتابع مؤكد ليتم انجاز المشروع بشكل كامل، ان تتابع الانشطة يجب ان يكون وفق تسلسل منطقي حيث ان بعض الانشطة لا يمكن البدء فيها قبل انهاء البعض الاخر.من أكثر الاساليب المستخدمة في مجال التخطيط (Planning) والرقابة او السيطرة على المشاريع(Controlling) هما اسلوبان:طريقة المسار الحرج (CPM) اسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT) .اهم الاختلافات بين الاسلوبين هو ان تقدير الوقت لإنجاز النشاط في (CPM) يحدد بشكل مؤكد بينما في (PERT) يحدد بشكل احتمالي (Kadim, 2014 :182).

1.6.3 .الرسم التخطيطي للمشاريع (Projects Diagramming)

هناك اساليب مختلفة لتمثيل المشاريع بشكل تصويري الا ان اكثرها استخداماً (Khalaf and Salman2015:170).

1- رسوم (كانت) (Gantt Chart) والتي لم يعد استخدامها واسع لتقادمها.
2- الرسم الشبكي (Network Diagrams): يمكن تطبيقه على مختلف المشاريع مهما كبر حجمها او زادت درجة تعقيدها كما يمكن تطبيقه على جزء من المشروع او أي مرحلة منه، يمكن ملاحظة العناصر الاساسية في عملية تمثيل المشاريع بالرسم الشبكي وهي:

- الحدث(Event):
- الانشطة (Activities)
- المسار(Path):

- المسار الحرج (Critical Path)

2.6.3. مفهوم شبكات الأعمال :

تعرف شبكات الاعمال بأنها أنموذج يمكن من خلاله التخطيط للمشروع على شكل يتكون من عدة اسهم ومجموعة دوائر ، وتعرف ايضا بانها مجموعة من الانشطة والاحداث لها نقطة بداية واحدة ونقطة نهاية واحدة ، ويمكن التعبير عن هذه الانشطة بالرموز الاتية (العبيدي و الفضل , 2010: 18-19):

1. يمثل النشاط بسهم (⟵) له بداية ونهاية ويستهلك وقت وله كلفة .
2. تمثل الدائرة (◯) الحدث اي نقطة البداية او النهاية لنشاط معين .
3. السهم المتقطع (⟵ - - -) نشاط وهمي لا وجود حقيقي له يستخدم لبيان العلاقة بين الانشطة ويستهلك وقت وله كلفة .

والمدخل الرئيسي لأدارة وقت المشروع هو تشكيل شبكة فعلية او صورية لعلاقات الانشطة والتي تمثل العلاقات المتتابعة بين الانشطة في المشروع ، وتعرف الانشطة التي يجب ان تسبق او تتبع انشطة اخرى بوضوح وكذلك الوقت والوظيفة ايضا ، وتكون مثل هذه الشبكة اداة قوية لتخطيط المشروع ومراقبته وتتميز بالمنافع الاتية:

1. تعتبر اطارا متسقا لتخطيط ، جدولة ، توجيه ، مراقبة المشروع .
2. توضيح التداخلات لكل نشاط ، حزم العمل ، وحدات العمل .
3. تحديد الاوقات التي ينبغي على افراد محددين ان يكونوا متاحين للعمل فيها على نشاط معين .
4. تحديد تاريخ اكمال المشروع .
5. تحديد الانشطة الحرجة والتي اذا تاخرت ستؤخر وقت اكمال المشروع .

تحديد تواريخ بداية الانشطة .

3.6.3. طريقة المسار الحرج CPM

تعتمد طريقة المسار الحرج على تحديد اطول المسارات ، اذ يعرف المسار الحرج (CPM) بانه طريقة من طرق التخطيط تعتمد على التحليل الشبكي وتستخدم في تخطيط المشاريع المعقده تخطيطا اقتصاديا وتبين بصورة بيانية العلاقات المترابطة بين جميع اوجه النشاط في المشروع ، كما يمكن تعريفه بأنه المسار الذي يضم مجموعة من الانشطة ويستغرق زمنا اكثر من كافة المسارات في شبكة المشروع(المالكي, 2010: 86):

1.3.6.3. حسابات طريقة المسار الحرج:

لغرض ايجاد المسار الحرج لابد من حساب الأوقات المبكره والمتاخره للمشروع ويكون من خلال اجراء نوعين من الحسابات هي (خلف، 2022: 289-293):

الحسابات الامامية (Forward Computation): تبدأ من أول نقطة زمنية (اول حدث) في المخطط الشبكي وتتجه الى آخر نقطة زمنية (اخر حدث) فيه وعند كل نقطة زمنية نحسب رقم (يوضع داخل مربع صغير) ويمثل هذا الرقم وقت الحدوث أو زمن الأبتداء المبكر لتلك الأنشطة التي تبدأ بالحدث $(\boldsymbol{i})$ وهو أقرب وقت متوقع لأتمام عمل او مهمة معينة , وتكون كما يلي:

1. وقت البداية المبكرة (Early start ES) للنشاط الذي يبدأ بالحدث $\boldsymbol{i}$: يكون هذا الوقت بالنسبه للانشطه الاولى في شبكة المشروع يساوي صفرا، حيث ان :

a. حدث البداية المبكر لأول نشاط $(\boldsymbol{ES_1})$ يساوي حدث البداية المتاخر له $(\boldsymbol{LS_1})$ ويساوي صفر ولا مخطط شبكي وكما يلي:

$$\boldsymbol{ES_1 = LS_1 = 0} \qquad (1)$$

اما بالنسبة للانشطة الاخرى فأن وقت البداية المبكرة للنشاط الذي يبدأ بالحدث $\boldsymbol{j}$ يساوي وقت البدايه المبكرة للنشاط الذي يسبق النشاط j (أي النشاط $\boldsymbol{i}$) + الوقت الذي يستغرقه النشاط $\boldsymbol{t_{ij}}$ ، فمثلا البداية المبكرة للنشاط الذي يبدأ بالحدث $\boldsymbol{j}$ $(\boldsymbol{ES_j})$ يساوي وقت البداية المبكرة للنشاط الذي يبدأ بالحدث $\boldsymbol{i}$ $(\boldsymbol{ES_i})$ + الوقت الذي يستغرقه النشاط $\boldsymbol{t_{ij}}$ أي تكون المعادلة كما يلي:

$$\boldsymbol{ES_j = ES_i + t_{ij}} \qquad (2)$$

2. وقت النهاية المبكرة للنشاط الذي ينتهي بالحدث $\boldsymbol{j}$ (Early Finish EF): ويساوي وقت البداية المبكرة له $(\boldsymbol{ES_i})$ + وقته (وقت النشاط $(\boldsymbol{t_{ij}})$) أي الوقت الذي يستغرقه النشاط $(\boldsymbol{t_{ij}})$ ، في حالة وجود نشاط واحد سابق ، اي :

b. اذا كان حدث النهاية $\boldsymbol{j}$ $(\boldsymbol{EF_j})$ في المخطط الشبكي يرتبط بنشاط واحد فان المعادلة الرياضية

$$\boldsymbol{EF_j = ES_i + t_{ij}} \quad (3)$$

c. اما في حالة وجود اكثر من نشاط يدخل الحدث $\boldsymbol{j}$ فاننا ناخذ النشاط الأعلى او النشاط الذي يكون حاصل جمع بدايته المبكرة مع وقت إنجازه هو الأعلى من بين الأنشطة التي تدخل الحدث $\boldsymbol{j}$ وكما في المعادلة الرياضية الاتية:

$$\boldsymbol{EF_j = max\,[\,ES_i + t_{ij}\,]} \quad (4)$$

اذ ان:

$\boldsymbol{t_{ij}}$**:** هي الفترة الزمنية اللازمة لانجاز الفعالية او النشاط $\boldsymbol{(i,j)}$

الحسابات الخلفيه (Backward Computations): وهي الحسابات التي تحدد وقت الانجاز المتاخر للمهام (الانشطة) اذ ان هذه الحسابات تبدا من حيث انتهاء الحسابات الأمامية اي انها تبدا من الحدث الاخير في المخطط الشبكي وتنزل بشكل تراجعي الى الحدث الأول حيث ان:

1. وقت النهاية المتأخرة للنشاط الذي ينتهي بالحدث $\boldsymbol{j}$ $(LF$ Latest Finish): النهاية المتأخرة لأي نشاط هي اخر وقت يمكن ان ينتهي فيه النشاط دون ان يؤثر على انجاز المشروع ويرمز له $(\boldsymbol{LF_j})$ أي ان :

a. وقت النهاية المتأخرة للنشاط الذي ينتهي بالحدث $\boldsymbol{j}$ $(\boldsymbol{LF_j})$ يساوي وقت النهاية المبكرة للنشاط الذي ينتهي بالحدث $\boldsymbol{j}$ $(\boldsymbol{EF_j})$ للحدث الاخير في شبكة المشروع وكما يلي:

$$\boldsymbol{LF_j = EF_j} \quad (5)$$

2. وقت البداية المتأخرة للنشاط الذي يبدأ بالحدث $\boldsymbol{i}$ $(\boldsymbol{LS}$ Latest Start): البداية المتأخرة لأي نشاط هي اطول وقت يمكن تأخيره لبدء النشاط الذي يبدأ بالحدث $\boldsymbol{i}$ دون ان يؤثر على انجاز المشروع في الوقت المحدد له ويرمز له $(\boldsymbol{LS_i})$ ويبدأ بتحديد الانشطة اللاحقة لكل نشاط في الشبكة ، فتكون المعادلة الرياضيه:

a. في حالة وجود نشاط واحد لاحق فان النهاية المتأخرة للنشاط الذي ينتهي بالحدث $\boldsymbol{j}$ $(\boldsymbol{LF_j})$ مطروحاً منها الوقت اللازم لإنجاز النشاط $(\boldsymbol{t_{ij}})$ تساوي البداية المتأخرة للنشاط الذي يبدأ بالحدث $\boldsymbol{i}$ $(\boldsymbol{LS_i})$ ، وكما يلي:

$$\boldsymbol{LS_i = LF_j - t_{ij}} \quad (6)$$

b. اما في حالة وجود أكثر من نشاط لاحق فان النهاية المتأخرة للنشاط الذي ينتهي بالحدث $\boldsymbol{j}$ $(\boldsymbol{LF_j})$ مطروحاً منها الوقت اللازم لإنجاز النشاط $(\boldsymbol{t_{ij}})$ تساوي لأصغر او اقل قيمة الى $(\boldsymbol{LS_i})$ ، أي اننا ناخذ النشاط الأقل او النشاط الذي يكون حاصل طرح وقت إنجازه من نهايتة المتاخرة هو الأقل من بين الأنشطة التي تخرج من الحدث $\boldsymbol{i}$ وكما في المعادلة الرياضية الاتية:

$$\boldsymbol{LS_i = \min\left[LF_j - t_{ij}\right]} \quad (7)$$

2.3.6.3. ايجاد الوقت الفائض (Computing Slack Times)

يمكن تحديد نشاطات المسار الحرج بالاعتماد على نتائج طريقة الحسابات الاماميه (Forward Computation) وطريقة الحسابات الخلفية (Backward Computations) وذلك باستخدام احدى الطرق التالية (خلف، 2022: 289-293):

1- الوقت الفائض (Slack) = البداية المتأخرة $(\boldsymbol{LS})$ – البداية المبكرة $(\boldsymbol{ES})$

$$\boldsymbol{Slack = LS - ES} \quad (8)$$

2- الوقت الفائض (Slack) = النهاية المتأخرة $(\boldsymbol{LF})$- النهاية المبكرة $(\boldsymbol{EF})$

$$\boldsymbol{Slack = LF - EF} \quad (9)$$

يتم ايجاد الوقت الفائض عن طريق زمن البدايات والنهايات، فلو تم اختيار زمن البدايات فان الناتج كما في الجدول ادناه:

4.الاطار العملي

1.4. بيانات مشكلة البحث

تم استخدام واحد من الاساليب الكمية المشهود له بالكفاءة والدقة في ادارة وجدولة المشاريع المختلفة حيث تم استخدام أسلوب المسار الحرج (CPM) لاكمال هذه الطلبية والجدول (1) يوضح وصف لانشطة الطلبية واوقاتها وكلفها والاعتمادية بينها.

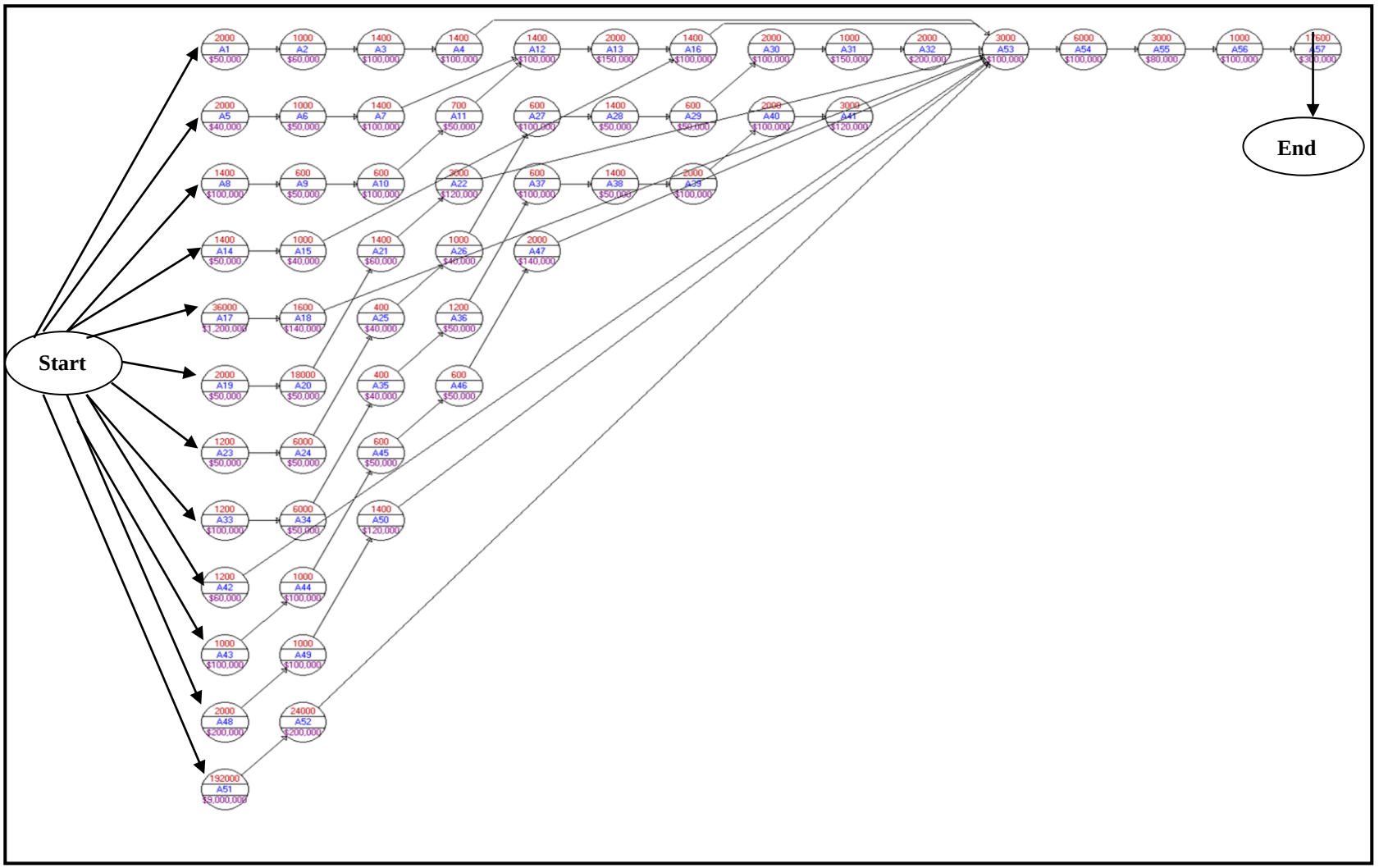
الجدول (1) وصف لانشطة الطلبية واوقاتها وكلفها والاعتمادية بينها

وصف الانشطة	النشاط	النشاط السابق	الوقت بالدقائق	الكلفه بالدينار
الفحص العام (generalassay)	A1		2000	500000
عملية الدرفلة	A2	A1	1000	600000
عملية اللحام	A3	A2	1400	1000000
لحام القاعده مع مجمع الخزان	A4	A3	1400	1000000
تقطيع المعدن	A5		2000	400000
عملية التثقيب	A6	A5	1000	500000
عملية اللحام	A7	A6	1400	1000000
تقطيع المعدن(tank cover)	A8		1400	1000000
تقطيع على شكل قرص دائري	A9	A8	600	500000
عملية السحب	A10	A9	600	1000000
عملية التثقيب	A11	A10	700	500000
عملية اللحام مع (tank body)	A12	A7,A11	1400	1000000
عملية التجميع	A13	A12	2000	1500000
عملية تقطيع المعدن(L-plate)	A14		1400	500000
عملية حني الجزء	A15	A14	1000	400000
عملية اللحام مع((tank cover	A16	A13,A15	1400	1000000
عملية شراء جزء (socket)	A17		36000	12000000
عملية الخراطة	A18	A17	1600	1400000
عملية تقطيع البليت(frame)	A19		2000	500000
عملية التثقيب	A20	A19	18000	500000
عملية الدرفله	A21	A20	1400	600000
عملية التجميع	A22	A21	3000	1200000
عملية تقطيع (lower cover)	A23		1200	500000
عملية التثقيب	A24	A23	6000	500000
عملية التخطيط	A25	A24	400	400000
عملية التقطيع على شكل قرص دائري	A26	A25	1000	400000
عملية السحب	A27	A26	600	1000000
عملية قص الحاشية	A28	A27	1400	500000
عملية تثقيب الجزء	A29	A28	600	500000
عملية فحص نهائي	A30	A29	2000	1000000
عملية التنظيف وازالة الدهون	A31	A30	1000	1500000
التجميع النهائي	A32	A31	2000	2000000
عملية تقطيع(upper cover)	A33		1200	1000000
عملية التثقيب	A34	A33	6000	500000
عملية التخطيط	A35	A34	400	400000
عملية التقطيع(اقراص)	A36	A35	1200	500000
عملية السحب	A37	A36	600	1000000
عملية قص الحاشيه	A38	A37	1400	500000
عملية الفحص	A39	A38	2000	1000000
عملية التنظيف وازالة الدهون	A40	A39	2000	1000000
التجميع النهائي	A41	A40	3000	1200000
عملية تقطيع ال(pipe)	A42		1200	600000
عملية تقطيع (heater cover)	A43		1000	1000000
عملية السحب	A44	A43	1000	1000000
عملية قص الحاشيه	A45	A44	600	500000
عملية التثقيب	A46	A45	600	500000
التجميع النهائي	A47	A46	2000	1400000
عملية حقن البلاستك	A48		2000	2000000
عملية تنظيف المنتج	A49	A48	1000	1000000
التجميع النهائي	A50	A49	1400	1200000
عملية الشراء	A51		192000	90000000
عملية التجميع	A52	A51	24000	2000000
عملية التشكيل للخزان الداخلي	A53	A4,A16,A18,A22,A32,	3000	1000000

		A41,A42,A47,A50,A52		
عملية اللحام النهائي	A54	A53	6000	1000000
عملية الفحص النهائي	A55	A54	3000	800000
عملية الغلونة	A56	A55	1000	1000000
العمليات التكنلوجيه التجميعيه	A57	A56	17600	3000000

2.4. الرسم الشبكي للمشروع

بعد الاطلاع على انشطة طلبية انتاج (2000) سخاناً كهربائياً واوقاتها والاعتمادية بينها يمكن رسم شبكة المشروع وكما يلي:



شكل(1) يمثل الأنشطة والاعتمادية بينها واوقاتها لشبكة مشروع اكمال طلبية انتاج (2000) سخاناً كهربائياً

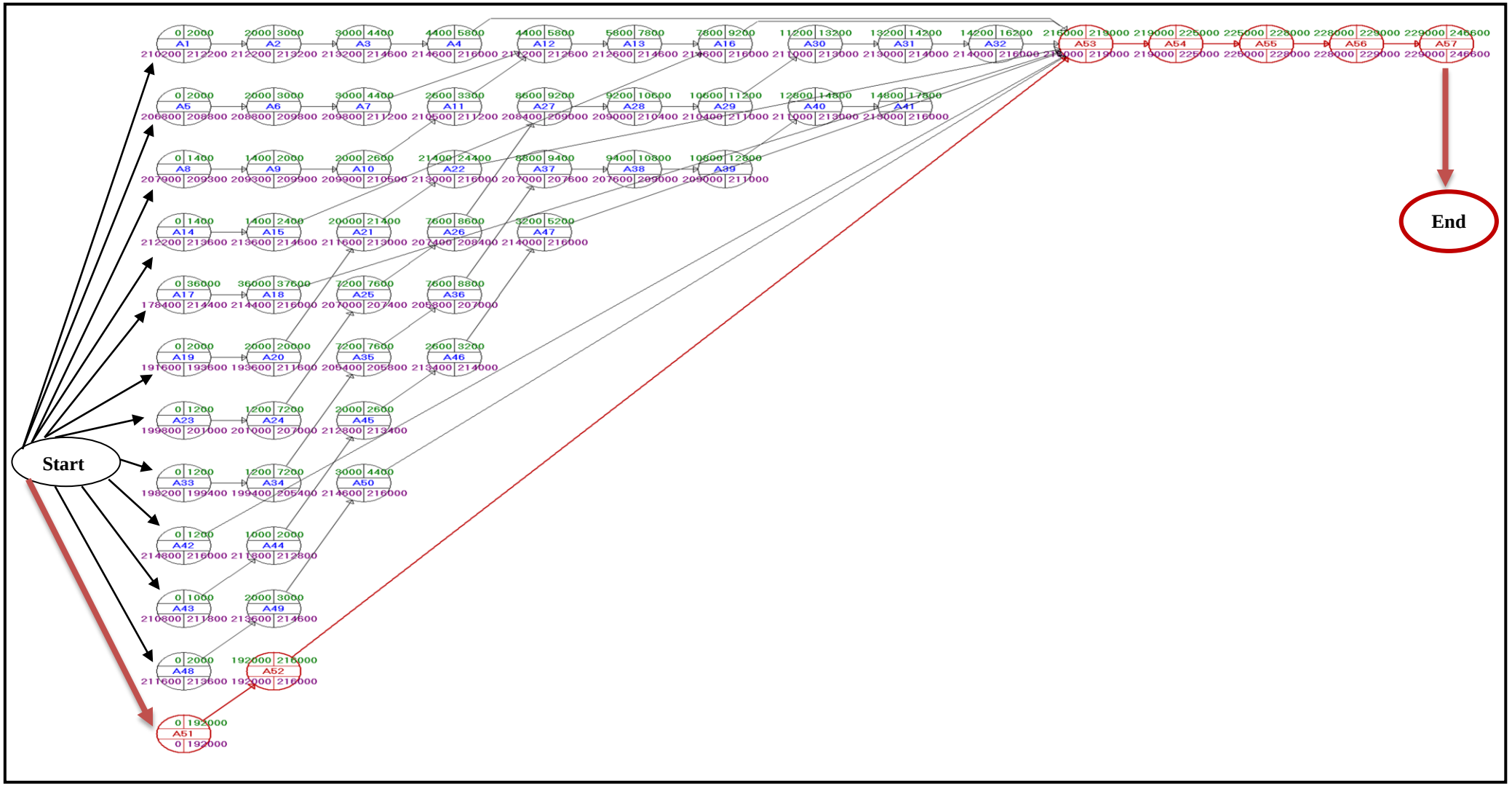
3.4.النتائج

بتطبيق المعادلات من (1-8) يتم حساب الأوقات المبكرة والمتاخرة لانشطة المشروع ليتم بعد ذلك إيجاد المسار الحرج للمشروع وهو وقت اكمال طلبية انتاج (2000) سخاناً كهربائياً وكلفة هذه الطلبية وكما في الجدول (2) والشكل (2) الذي يوضح شبكة المشروع والمسار الحرج له.

الجدول (2) ايجاد المسار الحرج لاكمال طلبية انتاج (2000) سخاناً كهربائياً وكلفتها باستعمال برنامج (Win.QSB)

التسلسل	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A1	No	2000	0	2000	210200	212200	210200
2	A2	No	1000	2000	3000	212200	213200	210200
3	A3	No	1400	3000	4400	213200	214600	210200
4	A4	No	1400	4400	5800	214600	216000	210200
5	A5	No	2000	0	2000	206800	208800	206800
6	A6	No	1000	2000	3000	208800	209800	206800
7	A7	No	1400	3000	4400	209800	211200	206800
8	A8	No	1400	0	1400	207900	209300	207900
9	A9	No	600	1400	2000	209300	209900	207900
10	A10	No	600	2000	2600	209900	210500	207900
11	A11	No	700	2600	3300	210500	211200	207900
12	A12	No	1400	4400	5800	211200	212600	206800
13	A13	No	2000	5800	7800	212600	214600	206800
14	A14	No	1400	0	1400	212200	213600	212200
15	A15	No	1000	1400	2400	213600	214600	212200
16	A16	No	1400	7800	9200	214600	216000	206800
17	A17	No	36000	0	36000	178400	214400	178400
18	A18	No	1600	36000	37600	214400	216000	178400
19	A19	No	2000	0	2000	191600	193600	191600
20	A20	No	18000	2000	20000	193600	211600	191600
21	A21	No	1400	20000	21400	211600	213000	191600
22	A22	No	3000	21400	24400	213000	216000	191600
23	A23	No	1200	0	1200	199800	201000	199800
24	A24	No	6000	1200	7200	201000	207000	199800
25	A25	No	400	7200	7600	207000	207400	199800
26	A26	No	1000	7600	8600	207400	208400	199800
27	A27	No	600	8600	9200	208400	209000	199800
28	A28	No	1400	9200	10600	209000	210400	199800
29	A29	No	600	10600	11200	210400	211000	199800
30	A30	No	2000	11200	13200	211000	213000	199800
31	A31	No	1000	13200	14200	213000	214000	199800
32	A32	No	2000	14200	16200	214000	216000	199800
33	A33	No	1200	0	1200	198200	199400	198200
34	A34	No	6000	1200	7200	199400	205400	198200
35	A35	No	400	7200	7600	205400	205800	198200
36	A36	No	1200	7600	8800	205800	207000	198200
37	A37	No	600	8800	9400	207000	207600	198200
38	A38	No	1400	9400	10800	207600	209000	198200
39	A39	No	2000	10800	12800	209000	211000	198200
40	A40	No	2000	12800	14800	211000	213000	198200
41	A41	No	3000	14800	17800	213000	216000	198200
42	A42	No	1200	0	1200	214800	216000	214800
43	A43	No	1000	0	1000	210800	211800	210800
44	A44	No	1000	1000	2000	211800	212800	210800
45	A45	No	600	2000	2600	212800	213400	210800
46	A46	No	600	2600	3200	213400	214000	210800
47	A47	No	2000	3200	5200	214000	216000	210800

48	A48	No	2000	0	2000	211600	213600	211600
49	A49	No	1000	2000	3000	213600	214600	211600
50	A50	No	1400	3000	4400	214600	216000	211600
51	A51	Yes	192000	0	192000	0	192000	0
52	A52	Yes	24000	192000	216000	192000	216000	0
53	A53	Yes	3000	216000	219000	216000	219000	0
54	A54	Yes	6000	219000	225000	219000	225000	0
55	A55	Yes	3000	225000	228000	225000	228000	0
56	A56	Yes	1000	228000	229000	228000	229000	0
57	A57	Yes	17600	229000	246600	229000	246600	0
	Project	Completion	Time	=	246600	Minute		
	Total	Cost of	Project	=	$152,000,000	(Cost on	CP =	$9,880,000)
	Number of	Critical	Path(s)	=	1			



شكل(2) يوضح شبكة المشروع والمسار الحرج (باللون الاحمر) لمشروع اكمال طلبية انتاج (2000) سخاناً كهربائياً

4.4. مناقشة النتائج:

تبين من خلال استخدامنا لاسلوب (CPM) ان الوقت اللازم لأكمال الطلبية المكونة من 2000 سخاناً كهربائياً قدره (246600) دقيقة أي تقريبا 4110 ساعة عمل وعلى اساس ان هناك وجبتين عمل في اليوم الواحد للشركة بواقع 8 ساعات عليه يكون وقت اكمال انتاج طلبية 2000 سخاناً كهربائياً هو 257 يوماً عمل وبكلفة (152,000,000) مليون ديناراً كما هو مبين في الجدول (2) وبالمقارنه مع العمل في داخل الشركة يتبين ان هناك فرق في الوقت والكلفة اللازمة لأكمال الطلبيه المكونه من 2000 سخاناً كهربائياً وقدره (43) يوماً اما فرق الكلفة فبلغ (38,000,000) مليون ديناراً.احتوى التقرير الشامل لبرنامج (WinQSB2) لنتائج ايجاد الوقت اللازم لاكمال المشروع على الاعمدة الاتيه:

- يتضمن العمود الاول تسلسل الانشطه.
- العمود الثاني (activity name) احتوى على انشطة المشروع مثال على ذلك النشاط الاول من انشطة المشروع وهو(A1).
- اما العمود الثالث (on critical path) فهو يوضح وقوع النشاط على المسار الحرج من عدمه, مثال على ذلك النشاط الأول(A1) لا يقع على المسار الحرج اذ يقابله في العمود الثالث الجدول كلمة(no) .
- العمود الرابع (activity time) وهو يوضح الوقت الطبيعي لاكمال المشروع مثل الوقت الازم لاكمال النشاط الاول (A1) هو 2000 دقيقة.
- العمود الخامس (earliest start) فهو يوضح البداية المبكرة لكل نشاط من انشطة المشروع مثل وقت بداية النشاط الاول(A1) هو صفر.
- العمود السادس (earliest finish) يوضح النهاية المبكرة لكل نشاط من انشطة المشروع مثل وقت الانتهاء المبكر للنشاط الاول (A1) يساوي 2000 دقيقة.
- العمود السابع (latest start) وهو عمود يوضح البداية المتأخرة لكل نشاط من انشطة المشروع .
- العمود الثامن (latest finish) فهو يوضح النهاية المتأخرة لكل نشاط من انشطة المشروع.
- اما العمود التاسع (slack) يوضح الوقت الفائض لكل نشاط من انشطة المشروع ويحسب من خلال المعادله الاتيه: (LS-ES) ومن خلال هذا العمود نستطيع ان نحدد الأنشطة الحرجة للمشروع والتي يكون وقت مرونتها يساوي صفر والذي يعني ان أي تأخير فيها سيؤدي الى تأخير المشروع وهذه الأنشطة هي A51 ,A52, A53, A54, A55, A56, A57.

5. الاستنتاجات والتوصيات

تتضمن هذه الفقرة الاستنتاجات التي توصل اليها الباحث من خلال الدراسة وعلى المستويين النظري والتطبيقي وكذلك تقديم التوصيات الذي يراها الباحث كفيله بنجاح الخطط المستقبليه للشركة.

1.5.الاستنتاجات

ان من اهم الاستنتاجات التي توصل اليها الباحث مايأتي:

1. افتقرت الشركة العامة للصناعات الكهربائية في تخطيط وجدولة عملياتها الانتاجية الى اعتماد الاساليب العلمية والرياضة والكمية مما أدى الى التلكؤ في اكمال طلبية انتاج 2000 سخاناً كهربائياَ.
2. ان اتباع الشركة للأساليب العلميه الحديثه والبرامج الرصينه كان له الأثر الكبير في سرعة الإنجاز وتشخيص الأخطاء والتاخير الناجم عنها والذي يؤدي في أحيان كثيرة الى تعرض الشركة او إدارة المشروع الى اضرار مادية كبيرة، حيث تبين للشركة في حال تطبيق الأسلوب المقترح ان هناك فرق في الوقت والكلفة اللازمة في اكمال طلبية انتاج 2000 سخاناً كهربائياً قدره (43) يوماً وفرق كلفة بلغ (38,000,000) مليون ديناراً.
3. ان النتائج المتحققه من ادخال بيانات المشروع في برنامج (WinQ.S.B2) , اعطت انطباعا واضحا لادارة المشروع التي تمتلك عدة اهداف تسعى الى تحقيقها عن اهمية اسلوب المسار الحرج والذي اثبت لادارة المشروع تقليله للوقت والكلفة.
4. ان استعمال البرامجيات الرصينة كالبرنامج (WinQ.S.B2) اعطى نتائج دقيقة لمتخذ القرار في الشركة بالاضافة الى إمكانية تعديل او تغيير البيانات داخل للبرنامج في حال تغيير الأنشطة أو أوقاتها او تغيير الكميات المنتجة أو انواعها.

2.5 التوصيات

هناك جملة من التوصيات اهمها ما يأتي:

1. يوصي الباحث قسم التخطيط في الشركة العامة للصناعات الكهربائية بالاعتماد على النتائج التي توصلت اليها الدراسة لضمان نجاح خططها المستقبلية لمشاريعها المختلفه.

2. الاهتمام بالمشاريع الصناعية والخاصة بالشركة العامة للصناعات الكهربائية لانها تمثل عصب اساسي في الحفاظ على الاقتصاد الوطني.
3. اهمية توفير كافة المعلومات والبيانات لجميع المشاريع التي تقوم بها الشركه من القسم الهندسي والتي تتمثل بأوقات وتكاليف كل نشاط من انشطة المشاريع.
4. اقامة دورات تدريبية وورش عمل لمدراء ومهندسي الشركة من اجل التعرف على الاساليب العلمية الحديثة من اجل انجاح المشاريع المستقبلية للشركة.
5. عمل دورات حول استخدام البرنامج الخاص (WinQSB2) لتطبيق اسلوب إدارة المشاريع (CPM) ليساعد متخذي القرار في عمليات المفاضلة للحصول على نتائج اسرع وبشكل دقيق.
6. الاستعانة بالخبرات والكفاءات العلمية الموجودة في المؤسسات التعليمية العراقية من خلال مبدأ التعاون المشترك بين دوائر الدوله من اجل تنفيذ المشاريع بطرق علميه حديثة ومواكبة التطور العلمي الهائل .

المصادر

المصادر العربية

1. جابر,عدنان شمخي؛ حسن, ضويه سلمان ،(1988) مقدمة في بحوث العمليات ,كلية الادارة والاقتصاد /جامعة بغداد.
2. الجزائري, صفاء محمد هادي، (2008) . استخدام اساليب جدولة المشروع ,بيرت والمسار الحرج في المفاضله بين الوقت والكلفه لانجاز المشاريع ,دراسة تطبيقيه في المعهد التقني /البصره.
3. خلف, وقاص سعد. (2022) بحوث العمليات لدعم القرار. دار غيداء للنشر والتوزيع. عمان. الأردن.
4. دودين ,احمد يوسف ,(2012) ادارة المشاريع ,جامعة الزرقاء –ادارة اعمال.
5. الشمري ,زهره عبد محمد ,(2007) نموذج نضج ادارة المشروع: تصميم وحوسبة وتطبيق ,اطروحة دكتوراه ,كلية الاداره والاقتصاد /جامعة بغداد.
6. صالح، هلال هادي؛ عبو, خالد جرجيس؛ صادق, ثناء رشيد,(1987) بحوث العمليات وتطبيقاتها /الجامعه التكنلوجيه.
7. العبيدي, محمود ، الفضل, مؤيد(2010) ادارة المشاريع ,عمان مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع.
8. المالكي,حنان رحيم عنيد, (2010) تأثير عوامل النجاح الحرجه في ادارة. المشروعات .رسالة ماجستير ,كلية الادارة والاقتصاد /جامعة بغداد.
9. نجم,نجم عبود, (2013) مدخل الى ادارة المشروعات ,جامعة الزيتونه الاردنيه.
10. نجم ,نجيب عبد المجيد, (2012) استراتيجية استخدام اساليب جدولة المشروع ,بيرت والمسار الحرج في المفاضله بين الوقت والكلفه لانجاز المشاريع ,المعهد التقني /الحويجه.

المصادر الاجنبية

11. Al-Shaabani, S. I. and Afram, M. A. 2010. The Accountancy Usage of Critical Path Model in Rationalizing the Maintenance Costs in Hammam Al-Alil Old Cement Factory, TANMIAT AL-RAFIDAIN, 2010, V.32, No. 99, Pages 9-30.
12. Dawood, L. N., AL-zubaidy, S. S. Mahmoud, M. A. 2012. Use of Critical path method inmaintenance planning of an electric power station, Engineering and Technology Journal, Vol. 30, No. 8, Pages 197-211.
13. Jawad. M. K., Kazem, A. J. 2020. Using the Critical Path Method (CPM) for scheduling the project (paving the Amil Sayid Al-Ayyam Street with a length of 1.25 km) In terms of Decresing the time. journal of Economics And Administrative Sciences, V(26), No. 120, P.127-145.
14. Kadim, B. S. 2014. Network analysis methods use in the control of production processes and reduce costs / case study in the General Company for Leather Industries, Al Kut Journal of Economics and Administrative Sciences, Vol. 1, No. 13, Pages 179-201.
15. Khalaf, W.S, Wah June, L., Abu Bakar, M.R.B. and Lai Soon, L. (2011). A Comparative Study on Time-cost Trade-off Approaches within Critical Path Method. Journal of Applied Sciences, Vol.(11), No.(6), pp(920-931).
16. Khalaf ,W.S. (2013) solving the fuzzy project scheduling problem based on a ranking function , Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol.(7), No.(8), pp(806-811).
17. Khalaf, W.S and Salman, T. K. (2015). Project Scheduling By using Goals Programming – An Applied Research In Modern Village Project (Residential Building Aspectin In Wasit Governorate). journal of Economics And Administrative Sciences, Vol.(21), No.(85), pp(169-201).

Scheduling a production line using the critical path method / a case study in the General Company for Electrical Industries

millimeter. Mona Shaker Salman/Middle Technical University/Technical Institute Essaouira/ Muna.shaker@mtu.edu.iq

Abstract

The project management faces challenges represented in the completion of the project, although it is subject to constraints related to time and financial resources allocated to the project, so this matter requires an accurate calculation of time and cost. order for the scheduled time and cost. On this basis, the project was studied again according to modern scientific and mathematical methods, using the critical path method (CPM) to find the order completion time and its cost, depending on one of the ready-made efficient programs, which is (WinQSB2). electrician, at a cost of (152,000,000) million dinars. The time and cost of completing an order for the production of 2000 electric heaters in the General Company for Electrical Industries, based on personal experience and simple mathematical methods, and according to the data taken from the planning department in the company, was (300) days and at a cost of (190,000,000) million dinars, and compared to the results obtained using Critical Path Method (CPM) We conclude that the proposed method has proven its efficiency and sobriety in scheduling activity times as well as reducing the order completion time by (43) days and reducing the cost by (38,000,000) million dinars than planned in the company.

Keywords: critical path method (CPM) , project scheduling , (WinQSB2) software .

****

****

****