تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) لمنتج السخان الكهربائي باستعمال برمجة الاهداف بحث تطبيقي في الشركة العامة للصناعات الكهربائية[1]

م.د. وقاص سعد خلف م.د. نادية لطفي عبد الوهاب الباحث/ منال داود سلمان
كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة بغداد

المستخلص

يعد نظام تخطيط الاحتياجات من المواد(MRP) من أنظمة التخطيط والسيطرة على الانتاج والمخزون الذي يستعمل لإعداد خطة الاحتياجات للمنتجات النهائية واجزائها من المكونات الفرعية والمواد الاولية وأوقات الحاجة لها بهدف إعداد اوامر الانتاج أو الشراء.

تتمثل مشكلة البحث في اعتماد الشركة العامة للصناعات الكهربائية على الطرائق التقليدية والخبرة الشخصية لعملية تحديد الكميات المنتجة و/او المشتراة والكميات المخزونة وتحديد الاوقات اللازمة للحصول على الكميات المطلوبة من المواد والاجزاء الداخلة في المنتج النهائي للشركة، فضلا عن تعدد الاهداف للشركة والتي تسعى الى تحقيقها وفق اهميتها في آن واحد أوجَبَ استعمال اسلوب برمجة الاهداف لبناء إنموذج رياضي متعدد الاهداف لتخطيط الاحتياجات من المواد لمنتج السخان الكهربائي كعينة للبحث في الشركة العامة للصناعات الكهربائية في الوزيرية، وقد حُددت فترة التخطيط للمنتج بثلاثة اشهر لسنة 2012 وهي (تموز، آب، ايلول)، واستُعمِل في حل الإنموذج والحصول على النتائج البرنامج الجاهز (LINGO-Ver.13). يكتسب الإنموذج اهميته من خلال امكانية تطبيقه في اي شركة او مصنع انتاجي بعد اجراء تعديلات بسيطة عليه، وتوصل البحث الى استنتاجات اهمها اعتبار برمجة الاهداف من أفضل الطرائق الكفء في علم الإدارة للتعامل مع الأهداف المتعددة و/أو المتعارضة، واستنادا الى استنتاجات البحث فقد وضعت توصيات اهمها التوسع في تطبيق الطرائق الرياضية عند التخطيط لاتخاذ القرار، بدلا من الأساليب التقليدية لما توفره من إمكانات علمية جيدة في السيطرة على ظروف وقيود القرار وبما يحقق أفضل النتائج في ظل الموارد المتاحة.

المصطلحات الرئيسية للبحث/ تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)، برمجة الاهداف.

مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية
المجلد 20
العدد ٨٠
لسنة 2014
الصفحات ٢٨١-٣٢٣

[1] بحث مستل من رسالة ماجستير

المقدمة

تعد عملية التخطيط والسيطرة على العمليات الانتاجية من النشاطات المهمة التي تأخذ الكثير من وقت المدراء وجهدهم لأن التخطيط السليم يقود الى التطبيق الناجح وتحقيق الاهداف المرجوة. لذلك فان الشركات التي تنتج منتجات أو عناصر نهائية من أجزاء مشتراة، واخرى مصنعة تحتاج الى طريقة نظامية لتخطيط احتياجاتها من تلك الاجزاء. لذلك تزايد الاهتمام بتطبيق التقنيات الحديثة في مختلف مجالات العمليات الإنتاجية والخدمية ومنها تخطيط الإنتاج، الذي يقوم بالتخطيط الكفء للموارد المتاحة، من أجل الافادة القصوى من الطاقات المتاحة لزيادة عدد الوحدات المنتجة وخفض كلفتها ولاجل تحقيق هذه الاهداف لابد من استعمال احد الاساليب الادارية وهو نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (Materials Requirements Planning) الذي يساعد الشركات في تخطيط الانتاج بالكميات المطلوبة والاوقات المحددة بسرعة وبدقة عالية ضمن الموارد المتاحة.وبسبب وجود مجموعة من الاهداف المتعارضة التي تسعى الشركات الصناعية لتحقيقها والتي قد تجعل عملية الوصول الى قرارات مناسبة بالدقة والسرعة المطلوبة شئ صعب ويتطلب الكثير من الجهد من قبل الادارة او متخذ القرار، فقد كان لابد من استعمال اساليب كمية للتعامل مع الاهداف المتعددة وفق الموارد النادرة في الشركة، لذا سيتم اعتماد اسلوب برمجة الاهداف (Goal Programming)لبناءإنموذج رياضي لتخطيط احتياجات الشركة العامة للصناعات الكهربائية من المواد لمنتج السخان الكهربائي في ظل وجود اهداف متعددة ومتعارضة حددتها الشركة وفق اهميتها وتسعى الى تحقيقها في آن واحد.يتضمن البحث اربعة فقرات رئيسة ، تناولت الأولى منهجية البحث (المشكلة، الهدف، الاهمية، وأدوات جمع البيانات والأساليب المستعملة). واهتمت ألفقره الثانية بالأسس النظرية والفكرية، وانصبت الفقرة الثالثة على بناء الإنموذج ومناقشة النتائج. واختتم البحث بالفقرة الرابعة منه لأهم الاستنتاجات والتوصيات.

أولا: منهجية البحث

١- مشكلة البحث

تعدّ الشركة العامة للصناعات الكهربائية من الشركات العريقة في مجال الصناعة، وان الادارة تقوم بعملية تخطيط الإنتاج بما فيها تخطيط الاحتياجات من المواد، الا ان اعتماد الطرائق التقليدية المستندة الى الاساليب الرياضية البسيطة والخبرة الشخصية لا يزال قائما في عملية تخطيط الاحتياجات من المواد والتي تؤدي الى زيادة كلف المنتج من خلال التحديد غير الدقيق للكميات المنتجة والمطلوبة والمخزونة والذي يؤدي الى زيادة كلف الانتاج وكلف الاحتفاظ بالمخزون وكلف الموارد، فضلاً عن ذلك، فإن لادارة الشركة اهداف عديدة ومتناقضة حددتها وفق اهميتها وتسعى الى تحقيقها مجتمعة في آن واحد وذلك لتحديد الكميات المنتجة و/او المشتراة والكميات المخزونة وتحديد الاوقات اللازمة للحصول على الكميات المطلوبة والاستغلال الامثل للموارد المتاحة للشركة، الا انها لا تمتلك الملاكات التي لديها معرفة كافية بالتقنيات والاساليب العلمية الحديثة، من هنا جاء الاهتمام بتخطيط الاحتياجات من المواد الذي يهتم بالتخطيط للمنتج النهائي واجزائهِ الفرعية باستعمال إنموذج برمجة الاهداف الذي يهتم بمعالجة عدة اهداف في آن واحد، مما تقدم ومن خلال المشكلة الرئيسة للبحث يمكن طرح عدد من التساؤلات والتي تتعلق بالاتي:

١) كيف يمكن تحديد الكميات من المواد الاولية والمكونات الفرعية الداخلة في عملية انتاج السخان الكهربائي؟

٢) هل هناك اسس محددة للاحتفاظ بالمخزون في مخازن الشركة؟

٣) هل تحدث توقفات للموارد (المكائن والايدي العاملة) اثناء عملية الانتاج داخل المعمل؟

٢- هدف البحث

يهدف البحث الى تخطيط الاحتياجات من المواد لمنتج السخان الكهربائي واجزاءه الفرعية من خلال استعمال اسلوب رياضي كفء وفاعل (برمجة الاهداف) لبناء إنموذج رياضي متعدد الاهداف يساعد متخذي القرار في الشركة في تحديد الكميات المنتجة و/او المشتراة والكميات المخزونة ضمن افق التخطيط وتحديد الاوقات اللازمة للحصول على الكميات المطلوبة والاستغلال الامثل للموارد المتاحة للشركة في ظل اهداف متعددة ومتعارضة وضعتها ادارة الشركة وفق اولوياتها (اهميتها) وتسعى الى تحقيقها في آن واحد.

٣- اهمية البحث

تتجسد اهمية البحث من خلال ما يأتي:

١) يكتسب البحث اهميته من خلال اغناء الادبيات بمساهمة علمية وعملية بموضوع تخطيط الاحتياجات من المواد، إذ يعد موضوعي تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) وبرمجة الاهداف (GP) من الاساليب المهمة في حقلي الادارة وبحوث العمليات.

٢) يكتسب البحث اهميته ايضا من خلال بناء إنموذج رياضي عام لتخطيط الاحتياجات من المواد بوجود اهداف متعددة للشركة ترغب بتحقيقها في آن واحد، وعلى هذا الاساس يمكن تطبيق هذا الإنموذج في اي شركة او مصنع انتاجي يرغب باستعمال اساليب رياضية وعلمية كفء في تخطيط انتاجه وذلك باجراء تعديلات بسيطة عليه.

٤- مجتمع وعينة البحث

تم اختيار الشركة العامة للصناعات الكهربائية في الوزيرية كموقع لاجراء البحث كونها من الشركات الانتاجية التي تشكل ثقلا كبيرا في قطاع الصناعات الانتاجية في العراق. اذ تضم معامل عدة تساهم في انتاج منتجات تامة الصنع واجزاء نصف مصنعة تدخل بانتاج المنتجات الاخرى، كما تقوم بتجهيز الوزارات ودوائر الدولة والمؤسسات والافراد بالكميات المطلوبة من المنتجات الكهربائية. وعلى هذا الاساس فقد تم اختيار احد هذه المنتجات وهو السخان الكهربائي سعة 120 لتر كعينة للبحث كونه يحتوي على عدة اجزاء ينتج البعض منها داخل الشركة والبعض الاخر يشترى من خارجها، كما حُددت فترة التخطيط للمنتج ثلاثة اشهر لان الشركة تعتمد خطة ربع سنوية وهي (تموز، آب، ايلول) لسنة 2012 كونه من المنتجات الموسمية التي تنتج وتطلب بشكل كبير في هذه الاشهر استعدادا لموسم الشتاء.

٥- اساليب جمع البيانات والمعلومات

استُعمِل في الجانب العملي أكثر من أداة في جمع البيانات والمعلومات لانجاز الجانب العملي للبحث وكما مبين على النحو الاتي:

أ- **المقابلات الشخصية**: تم اجراء المقابلات الحوارية مع بعض المسؤولين والموظفين والعمال .

ب- **السجلات والوثائق الرسمية**: تم الاطلاع على سجلات وتقارير عدد من الأقسام والشعب للحصول على المعلومات اللازمة للبحث والتي شملت:

- سجلات قسم المالية/ شعبة التكاليف: للحصول على كلف الانتاج والاحتفاظ بالمخزون وكلف الموارد (المكائن والايدي العاملة) للساعة الواحدة.
- سجلات قسم التسويق / شعبة المبيعات: للحصول على الكميات المطلوبة من السخان الكهربائي.
- سجلات قسم الدائرة الفنية/ شعبة التكنلوجيا: للحصول على المخطط التفصيلي للمنتج النهائي (السخان الكهربائي) واجزائه الفرعية، (عدد او كمية) الوحدات المستعملة من المكونات الفرعية والمواد الاولية لانتاج وحدة واحدة من السخان الكهربائي سعة 120 لتر.
- سجلات قسم التخطيط والمتابعة: للحصول على خطط الانتاج الشهري والسنوي للسخان الكهربائي سعة 120 لتر، الاوقات المطلوبة والمتاحة من الموارد (المكائن والايدي العاملة).
- سجلات قسم المخازن: لمعرفة تفاصيل المخزون.

ت- **الزيارة الميدانية للمعمل**

٦- الاساليب المستعملة في حل الإنموذج الرياضي

تم اعتماد الحاسبة الالكترونية ومن خلال البرنامج الجاهز (LINGO-Ver.13) والخاص بأسلوبي علم الادارة وبحوث العمليات في حل الإنموذج الرياضي لبرمجة الاهداف لتخطيط الاحتياجات من المواد للسخان الكهربائي ولمدة ثلاثة اشهر (تموز، اب، ايلول) لعام 2012 وذلك لدقة هذا البرنامج وسعته في تقبل مئات المتغيرات (300) متغير والقيود (150) قيد، الامر الذي قد عجز عنه كل من البرنامج الجاهز Q.S.B.Ver.1 و Q.S.B.Ver.2 و Tora فضلا عن سهولة استعماله وامكانية تطبيقه في خطط الشركة مستقبلاً.

ثانيا: الجانب النظري

١- تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)

نظام حاسوبي يقوم بعملية التخطيط والسيطرة على الانتاج والمخزون إذيستعمل جدولة الانتاج الرئيسة والتركيبة الفنية للمنتج وسجلات المخزون لحساب الطلب على الاجزاء والمواد الاولية وتحديد اوقات الطلب ومواعيد الحاجة لها (البطبوطي ، 2008 : 19).

١-١ مدخلات نظام MRP: فيما يلي شرح كل واحدة من هذه المدخلات

a) **جدولة الإنتاج الرئيسة** Master Production Schedule (MPS)

تشكل جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) المدخل الرئيس لتخطيط الاحتياجات من المواد (Slack et al. , 2004 : 489). وتوضح كمية الفقرات النهائية المراد إنتاجها خلال فترات زمنية محددة (Krajewski et. al. , 2010 : 570).

تمثل الكميات الواردة في جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) ما يلي (Russell & Taylor III , 2000 : 657-658):

١- الكميات تمثل الإنتاج وليس الطلب. الإنتاج ليس بالضرورة لتلبية الطلب، إذ تتخذ القرارات الإستراتيجية من مرحلة تخطيط الإنتاج وصولا إلى جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS).

٢- قد تتكون الكميات من مزيج من طلبات الزبائن وتنبؤات الطلب. بعض الأشكال في جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) مؤكدة، ولكن البعض الآخر متنبأ بها.

٣- تمثل الكميات ما يجب أن ينتج، وليس ما يمكن إنتاجه. لأن جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) مشتقة من خطة الإنتاج الإجمالية، وربما تكون احتياجاتها قابلة للتنفيذ. وكثيرا ما يستعمل نظام MRP لمحاكاة الإنتاج للتحقق من أن جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) ممكنة أو للتأكد من أنه يمكن الانتهاء من طلب معين في تاريخ محدد قبل إعطاء تصريح للزبون.

تجزء جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) أفق التخطيط إلى سلسلة من الفترات الزمنية أو وحدات زمنية (Time Buckets)، والتي يتم التعبير عنها في كثير من الأحيان خلال أسابيع. ومع ذلك فإن الوحدات الزمنية لا يلزم أن تكون متساوية في الطول. في الواقع قد يكون الجزء قصير الأجل من جدولة الإنتاج الرئيسة في أسابيع، ولكن قد تكون الأجزاء في أشهر أو فصول. عادة ما تكون الخطط لتلك الفترات الزمنية بعيدة الأجل مبدئيا أكثر من الاحتياجات قصيرة الأجل (Stevenson , 2007 : 638). قد تمتد جدولة الإنتاج الرئيسة إلى المستقبل لمدة عام أو أكثر. يجب أن تمتد على الأقل إلى ما بعد الإنتاج التراكمي لأطول وقت لضمان وقت كاف متاح لجميع الأجزاء (Schroeder , 2007 : 375).

b) **ملف قائمة المواد** Bill of Material (BOM)

قائمة المواد (BOM) هي قائمة تحتوي على المعلومات التي تخص المواد، الاجزاء، التجميعات الفرعية والمكونات التي ستستعمل لانتاج المنتج النهائي (Stapic et. al. , 2009 : 665). كما انها ملف يحتوي على وصف المنتج كاملة، لا تحتوي القائمة فقط على المواد، الأجزاء والمكونات لكن أيضا على تسلسل المنتج الذي تم إنشاؤه وغالبا ما يسمى ملف قائمة المواد بملف التركيبة الفنية للمنتج (File Structure Product) أو شجرة المنتج (Product Tree) (Jacobs & Chase , 2008 : 352-354).

c) **ملف سجلات المخزون** Inventory Records File (IRF)

تشير سجلات المخزون إلى المعلومات المخزّنة عن حالة كل فقرة وفق فترة زمنية تسمى بالوحدة الزمنية. وهذه تشمل إجمالي الاحتياجات، الكميات المجدول استلامها، والكمية المخططة المتاحة (Stevenson , 2007 : 641).

ينبغي أن يحتوي ملف سجلات المخزون على سجل لكل فقرة ليكون مسيطر عليها من قبل نظام MRP (Dilworth , 1996 : 525). إذ يحتوي الجزء العلوي من السجل على معلومات عن المنتج أو جزء معين وهي إما رقم الجزء ، اسم الجزء، أو الوصف (Reid & Sanders , 2010 : 499) ويتضمن أيضا على عوامل التخطيط، إذ يشمل احجام الدفعة، وقت الانتظار ومستويات مخزون الأمان (Kumar & Suresh , 2008 : 121).

وهناك مجموعة من المصطلحات تستعمل في نظام MRP وهي:

١- إجمالي الاحتياجات (Gross Requirements)(GR): هي الطلب الكلي المتوقع لفقرة نهائية أو مادة أولية خلال كل فترة زمنية دون اعتبار للكمية المتاحة. تظهر كميات الفقرات النهائية في جدولة الإنتاج الرئيسة، أما بالنسبة للمكونات فإنها تستمد كمياتها من إصدار الأوامر المخططة من قبل الجزء الأبوي فورا (Stevenson , 2007 : 642).

٢- الكميات المجدول استلامها (Scheduled Receipts)(SR): هي المخزون الذي من المتوقع أن يتم استلامه من الموردين في فترة زمنية معينة نتيجةً لأوامر وضعت بالفعل. ويفترض في كثير من الأحيان أن تكون الكميات المجدول استلامها متاحة للاستعمال خلال فترة زمنية معنية (Waller , 1999 : 360-361) ، (Roy , 2005 : 131).

٣- المخزون المتاح (On Hand Inventory)(POH): هو كمية المخزون المتوقعة التي ستكون متاحة في بداية كل فترة زمنية (Kumar & Suresh , 2009 : 224) ،قد تشمل وحدات التخزين المرّحلة من الفترات السابقة، مخزون الأمان أو الكميات المجدول استلامها المتوقع أن تصل خلال فترة زمنية معنية (Waller , 1999 : 360)، أي يمكن توضيحها بالمعادلة الآتية (محجوب واخرون ، ٢٠٠٥ : ٣٥):

المخزون المتاح = المخزون المتاح من مدة سابقة + الكميات المجدول استلامها + الاوامر المخطط استلامها – اجمالي الاحتياجات

٤- صافي الاحتياجات(Net Requirements) (NR): هي الكمية الفعلية المطلوبة في كل فترة زمنية (Stevenson , 2007 : 642). ومعادلة صافي الاحتياج موضحة ادناه (Roy , 2005 : 131):

صافي الاحتياجات = إجمالي الاحتياجات – الكميات المجدول استلامها – المخزون المتاح

٥- الأوامر المخطط استلامها (Planned Order Receipt)(PR): هي كمية المادة المخطط استلامها من أجل تلبية صافي الاحتياجات. قد يكون هناك قيود حجم الدفعة مما يؤدي الى أن تكون الأوامر المخطط استلامها أكبر من صافي الاحتياجات. يذهب المخزون الفائض في هذه الحالة إلى التخزين للفترة المقبلة(Waller,1999 : 362).

٦- إصدار الأوامر المخططة (Planned Order Release)(POR): تشير إلى الكمية المخططة للطلب في كل فترة زمنية، يساوي الأوامر المخطط استلامها وتعويضها بوقت الانتظار. توضع هذه الكمية لإجمالي الاحتياجات في المستوى التالي في سلسلة التجميع او الإنتاج. عندما ينفذ هذا الأمر، يتم إزالته من "الأوامر المخطط استلامها" و"إصدار الأوامر المخططة"، وتدخل في "الكميات المجدول استلامها" (Roy , 2005 : 131) ، (Stevenson , 2007 : 643) .

٧- وقت الانتظار (Lead Time): هو وقت التجهيز أو عدد الوحدات الزمنية (Time Buckets) بين إصدار الأمر واستلام المواد (Kumar & Suresh , 2009 : 218).

ينقسم وقت الانتظار في الصناعة الى (Roy , 2005 : 132- 133):

أ- وقت انتظار الأمر: هو الوقت المطلوب من بداية طلب الشراء الى استلام هذه الفقرة من البائع. في هذه الحالة إذا كانت الفقرة مادة أولية مخزنة من قبل البائع ينبغي أن يكون وقت انتظار الأمر قصير نسبيا. أما إذا ينبغي تصنيع الفقرة من قبل البائع قد يكون وقت الانتظار كبير وربما عدة أشهر(Roy , 2005 : 132- 133).

ب- وقت انتظار التصنيع: هو الوقت اللازم لمعالجة الجزء خلال سلسلة من المكائن المحددة على لوحة المسار (Route Sheet). انه لا يتضمن فقط وقت العملية ولكن أيضا الوقت غير المنتج الذي يجب أن يكون مسموح به. تستعمل أوقات الانتظار في نظام MRP لتحديد تواريخ البدأ لتجميع المنتجات النهائية والتجميعات الفرعية لإنتاج الأجزاء المكونة ولطلب المواد الأولية 133) (Roy , 2005 : 132-. وتتألف من عدة عناصر وهي وقت التهيئة والإعداد، وقت الحركة والنقل، وقت التجميع (Heizer & Render , 2006 : 557)، كذلك وقت المعالجة، وقت تحميل المواد بين العمليات ووقت الانتظار (Krajewski et. al. , 2010 : 574).

٨- مخزون الأمان (Safety Stock): تعد كمية مخزون الأمان مسألة إدارية مهمة لمواجهة ظروف عدم التأكد بسبب تأثير عوامل خارجية تؤدي الى تذبذب كميات الطلب على المنتجات، أو نتيجة عدم القدرة على التحكم بالمجهزين أو في عوامل أخرى داخلية تؤدي الى عدم دقة كميات المواد الأولية اللازمة.

يكون مخزون الأمان أكثر أهمية وتعقيدا للمواد ذات الطلب التابع مقارنة بالطلب المستقل، لذلك تتجلى ضرورات استعمال مخزون الأمان في نظام MRP بالشكل الذي يقلل المخزون الى أدنى حد ممكن من خلال دمج كميته مع الكميات المجدول استلامها (Krajewski et. al. , 2010 : 576).

٩- الفقرات ذات الاستعمال المشترك (Common Use Items): غالبا ما تستعمل مادة أولية واحدة لإنتاج أكثر من نوع واحد من المكونات في الصناعة. وقد يستعمل نوع من المكونات لإنتاج أكثر من منتج نهائي، فيقوم نظام MRP بجمع هذه الفقرات ذات الاستعمال المشترك من المنتجات المختلفة لتأثير الاقتصاديات في طلب المواد الأولية وتصنيع المكونات (Roy , 2005 : 133).

١-٢ الكلف المتعلقة بالمنتج

١- كلفة الشراء (Purchase Cost): وهي كلفة الوحدة الواحدة وتكون هذه الكلفة ثابتة ولكن قد تتغير لشراء كمية اكبر فنحصل على خصم السعر (بلباس ، ٢٠٠٣ : ١٥)، وعادة ما يعبر عن كلفة الشراء بكلفة الوحدة الواحدة مضروبة بالوحدات المنتجة و/او المشتراة (Schroeder , 2007 : 335).

٢- كلفة الاحتفاظ بالمخزون (Holding Cost): وهي الكلفة الناشئة من الاحتفاظ بالمواد الاولية والاجزاء والتجميعات الفرعية لفترة معينة في مخازن المواد الاولية ومخازن الانتاج تحت الصنع (خلف ، ٢٠٠٩ : ١٥٠)، وتوفق كنسبة مئوية من قيمة النقود لوحدة زمنية 336 : (Schroeder , 2007).

٣- كلف التهيئة والنصب (Set-up Cost) وممكن تسميتها كلف الموارد: وهي كلفة تحويل وتهيئة الماكنة من تصنيع منتج معين الى منتج اخر. وبموجب هذه العملية فان الماكنة عادة ما تكون متوقفة عن العمل خلال عملية التحويل والتهيئة فضلا عن كلفة عمل الفنيين الذين يقومون بتلك العملية (العلي ، ٢٠٠٠ : ٣٦٤).

١-٣ مخرجات نظام MRP

تجهز أنظمة MRP العديد من التقارير والجداول والإشعارات لمساعدة المخططين للسيطرة على مخزون الطلب التابع، وهذه التقارير هي:

١- إشعارات العمل (Actions Notices):

a) إصدار أوامر جديدة.
b) تعديل تاريخ الاستحقاق للكميات المجدول استلامها أو إعادة الجدولة

٢- تقارير الطاقة (Capacity reports):

a) تخطيط الاحتياجات من الطاقة .
b) جدولة الطاقة المحدودة .
c) رقابة المدخلات والمخرجات.

٣- تقارير أخرى (Others reports)

a) تقارير رقابة الأداء Performance – control reports
b) تقارير التخطيط Planning reports
c) تقارير الاستثناء Exception reports

٢- برمجة الاهداف (GP)

تعرف بانها منهجية رياضية مرنة وواقعية موجهة بالأساس لمعالجة مسائل اتخاذ القرار المعقدة والتي تتضمن الأخذ بعين الاعتبار عدة أهداف فضلا عن الكثير من المتغيرات والقيود (مجاهد وطويطي ، 2011 : 120).

٢-١ مفهوم الإنموذج الرياضي لبرمجة الاهداف

المفهوم الخاص لبرمجة الاهداف يتمثل في إعادة بناء الأهداف الأصلية من خلال إدخال مجموعة من القيود مع القيم المستهدفة واثنين من المتغيرات المساعدة (الانحرافية) وهما الهدف تحت الانجاز ممثلا بالانحراف السالب (d_i^-) والهدف فوق الانجاز ممثلا بالانحراف الموجب (d_i^+). إذ يتم التعبير عن كل هدف كمعادلة خطية بالانحرافات تمثل هذه الانحرافات المسافة بين مستويات الطموح من الأهداف (القيم المستهدفة) والنتائج المتحققة (San , 2011 : 9) ، (Sen & Nandi , 2012 : 2) .

ان الهدف من برمجة الاهداف هو تقليل الانحرافات بشكل تسلسلي لذا تحظى تلك الأهداف ذات الأهمية الأساسة باهتمام الأولوية الأولى، وتحظى ذات الأهمية الثانية باهتمام الأولوية الثانية وهكذا، ثم يتم تقليل الأهداف ذات الأولوية الأولى في المرحلة الأولى. وتستعمل نتيجة الحل الممكن المكتسبة ووضعها كقيد في الاهداف ذات الاولوية الثانية ويتم تقليلها وهكذا (Haksever et. al. , 2000 : 542)) ، (Liu , 2006 :5) ، (نجم ، 2008 : 219) ، (Render et. al. , 2009 : 510).

يتكون إنموذج برمجة الاهداف من نوعين من القيود هي قيود الإنموذج والقيود الهدفية.تمثل قيود الإنموذج العلاقة بين متغيرات القرار ومعلمة الإنموذج والتي يجب الوفاء بها قبل القيود الهدفية، كما أنها تمثل الإمكانيات الموجودة بدلا من ما نود تحقيقه. في حين القيود الهدفية هي قيود مساعدة والتي تحدد أفضل الحلول الممكنة فيما يتعلق بمجموعة من الأهداف المطلوبة (Anderson et. al. , 2004 : 907) ، (San , 2011 : 9) ، (Gharakhani , 2011: 300).

٢-٢ بناء الإنموذج الرياضي العام لبرمجة الاهداف

يمكن التعبير عن الإنموذج العام لبرمجة الاهداف لطريقة الاولويات بالشكل الرياضي الاتي (Sinha & Sen , 2011 : 1411),(Sen & Nandi , 2012 : 32):

$$MinimizeZ = \sum_{i=1}^{m} P_j(di^- + di^+) \qquad i = 1,2,3,\ldots,m$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^{n} C_j * X_j - di^+ + di^- = gij = 1,2,3,\ldots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} * X_j = b_i$$

$$d_i^+ , d_i^- , X_j \geq 0$$

إذ ان:

X_j : متغيرات القرار.

C_j : معامل المتغير X_j في القيد الهدفي.

a_{ij} : معامل المتغير X_j في قيد الإنموذج i.

n : عدد القيود.

m : عدد المتغيرات.

d_i^+ : المتغير الانحرافي الموجب (فوق الانجاز) للهدف i.

d_i^- : المتغير الانحرافي السالب (تحت الانجاز) للهدف i.

g_i: القيمة المستهدفة للقيد الهدفي i.

b_i: القيمة المستهدفة لقيد الإنموذج i.

٢-٣ خوارزميات برمجة الاهداف

اتفق البعض من الباحثين على ان برمجة الاهداف توفر طريقتين لبناء مشاكل الأهداف المتعددة إذ ان كلتا الطريقتين تحول الأهداف المتعددة الى هدف واحد ومتعارض وهاتين الطريقتين هما (الشاهين ، 2007 : 119-122) ، (نجم ، 2008 : 222-226) ، (عبد الحميد ، 2009 : 192) ، (San , 2011 : 9-10) ، (Taha , 2011 : 520-524) ، (Sen & Nandi , 2012 : 2) ، (Dan & Desmond , 2013 :) 100):

١- طريقة الاوزانWeighting Method

٢- طريقة الأولوية (الاسبقية) Preemptive Method

وفيما يلي شرح لطريقة الاولوية:

يتم ترتيب الأهداف في هذه الطريقة من إذ الأهمية من قبل متخذ القرار. ويتم الحصول على الحل الأمثل عن طريق تقليل دوال الهدف، بدءاً من أهمها ويسير وفقا لدرجة أهمية الأهداف (Baykasoglu , 1999 : 2-26)، فالأهداف ذات الدرجة الأدنى تؤخذ في الاعتبار بعد الأهداف ذات الدرجة الأعلى (Caballero & Jones & Tamiz , 2010 :13-) ، (Jones et. al. , 2010 : 23) ، (Herna´ndez , 2010 : 29 14).

يشار إلى الأولوية بالرمز (P_i)، إذ إن $P_1 >>> P_i+1$، بمعنى إن P_1 اكبر من P_i+1. وان مستويات الأولوية P_1, P_2, P_3 ليست أوزان رقمية على المتغيرات الانحرافية، لكنها ببساطة مؤشرات تدل على مستويات الأولوية للأهداف، وتُدرج عوامل الاولوية هذه في دالة الهدف مع المتغيرات الانحرافية (الشاهين ، 2007 : 119-122) ، (نجم ، 2008 : 226).

فلو كان لمتخذ القرار n من الأهداف، يمكن كتابة دوال الهدف كما يلي (Taha , 2011 : 524):

$$MinG_1 = P_1$$

.

.

$$MinG_n = P_n$$

- **خوارزمية طريقة الاولويات لبرمجة الاهداف**

باستثناء مستويات الأولوية في دالة الهدف، فان هذه الطريقة هي برمجة خطية، وبذلك يمكن استعمال إحدى طرائق حل إنموذج البرمجة الخطية ذات الهدف الواحد لحل إنموذج برمجة الاهداف ذات الأولوية (الشاهين، 2007 : 119-122) ، (Taha , 2011 : 524-525).

يتعامل اجراء الحل مع هدف واحد فقط والذي له الاولوية الاولى G_1، ثم الذي يليه، وهكذا الى اخر هدف في الاولوية دون المساس بما تحقق للهدف ذي الاولوية الاعلى.

وفيما يلي شرح مبسط لخطوات الحل (Hillier & Lieberman , 2001 : 336-337)، (Taha , 2011 : 524-525):

الخطوة الاولى: تحديد اهداف الإنموذج، ثم القيام بترتيبها وفق اهميتها عند متخذ القرار.

$$G_1 = P_1 > G_2 = P_2 > \ldots\ldots > G_n = P_n$$

الخطوة الثانية: وضع i = 1.

الخطوة الثالثة: القيام بحل الإنموذج بطريقة البرمجة الخطية لتدنية الهدف i (الهدف الاول) مع جعل $P_i = P_i^*$ تمثل القيمة المثلى للمتغير الانحرافي P_i. فاذا كانت n = i (توقف الحل) بمعنى تم حل الإنموذج بطريقة البرمجة الخطية لجميع الاهداف. والا فينبغي اضافة القيد $P_i = P_i^*$ الى قيود المشكلة G_i للتأكيد على ان قيمة P_i لن تتأثر بحل الاهداف الآتية. يتم وضع i = i + 1 والقيام باعادة الخطوة الثانية، اي بمعنى وضع الهدف ذات الاولوية الاولى في دالة الهدف وحله باستعمال طريقة البرمجة الخطية، فقد يظهر الحل الامثل (المرضي) لجميع الاهداف او قد يظهر الحل الامثل (المرضي) للهدف الاول فقط، عندها تضاف نتيجة الهدف الاول كقيد الى قيود المشكلة.

الخطوة الرابعة: القيام بحل الإنموذج بطريقة البرمجة الخطية للهدف الثاني مرة اخرى، نكرر نفس العملية للاهداف ذات الاولوية الاقل اذا كانت ما تزال هناك حلول متعددة .

ثالثا: الجانب العملي

١- عرض أجزاء السخان الكهربائي عينة البحث

تم اختيار السخان الكهربائي سعة 120 لتر لذا فإنه يتكون من الأجزاء الآتية:

١. مجمع الخزان (Tank Assembly): ويتألف من

جسم الخزان، أغطية الخزان، البوري، البوشة، الهيتر، القاعدة.

٢. مجمع الهيكل الخارجي (Frame Assembly): ويتألف من

الغطاء الخارجي، أغطية الغطاء الخارجي، غطاء الهيتر، الضوء.

٣. أجزاء أخرى (Others Parts):

الصوف الصخري، الكيبل الكهربائي الثلاثي.

٤.التجميع النهائي والتغليف: يتم تجميع السخان الكهربائي بوساطة مجموعة من البراغي ومسمار تونك والتيب والتفلون وتنتهي عملية التجميع النهائي بوضع علامات السخان وتغليفه بنايلون حراري .

سيتم تصنيف اجزاء السخان الكهربائي بالبحث بالصيغة الآتية:

١.المنتج النهائي: السخان الكهربائي سعة 120 لتر.

٢.المكونات الفرعية: جسم الخزان، اغطية الخزان، القاعدة، غطاء الهيتر، الغطاء (البدن) الخارجي، اغطية الغطاء (البدن) الخارجي، الصوف الصخري، البوري، الضوء، الهيتر، البوشة، الكيبل الكهربائي.

٣.المواد الاولية: حديد الكلفنايز سمك 1.5، حديد الكلفنايز سمك 0.7، المنيوم سمك 1.2.

يمكن تفسير العلاقات بين المنتج النهائي (السخان الكهربائي) والمكونات الفرعية له والمواد الأولية التابعة من خلال:

المنتج النهائي (السخان الكهربائي سعة 120 لتر) P المكونات الفرعية C المواد الأولية R الموارد S

٢- بناء إنموذج برمجة الاهداف لتخطيط الاحتياجات من المواد للسخان الكهربائي

فيما يلي تعريف المعلمات والمتغيرات للإنموذج والبناء الرياضي للإنموذج بما في ذلك دالة الهدف (دالة الانجاز)، القيودالهدفية وقيود الإنموذج إذ يتكون الإنموذج من ثلاثة مستويات في التسلسل الهرمي. المستوى (0) للمنتج النهائي والمستوى (1) للمكونات الفرعية والمستوى (2) للمواد الأولية.

جدول (١) تعريف التكاليف والمعلمات والمتغيرات

الرموز:	
رمز للمنتج النهائي	p
رمز للمكونات الفرعية	c
رمز للمواد الأولية	r
رمز للمدد	i, j
رمز للموارد (المكائن والايدي العاملة)	s
التكاليف:	
كلفة الوحدة الواحدة من المنتج النهائي p تتضمن كلف الإنتاج جميعها عدا كلف شراء المواد الأولية وشراء أو إنتاج المكونات الفرعية	pc_p
كلفة الوحدة الواحدة من شراء أو إنتاج المكون الفرعي c	cc_c
كلفة الوحدة الواحدة من شراء المادة الأولية r	rc_r
كلفة الاحتفاظ بالمخزون من المنتج النهائي p	ph_p
كلفة الاحتفاظ بالمخزون من المكون الفرعي c	ch_c
كلفة الاحتفاظ بالمخزون من المادة الأولية r	rh_r
كلفة ساعة الوقت العاطل من المورد (المكائن، القوى العاملة) s للمدة الحالية i	$cut_{s,i}$
المعلمات:	

الطلب على المنتج النهائي p في المدة الحالية i	$PD_{p,i}$
المستوى الأولي (الابتدائي) الإجمالي للمخزون المتاح من المنتج النهائي p	$TPIO_p$
المستوى الأولي (الابتدائي) الإجمالي للمخزون المتاح من المكون الفرعي c	$TCIO_c$
المستوى الأولي (الابتدائي) الإجمالي للمخزون المتاح من المادة الأولية r	$TRIO_r$
المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح من المنتج النهائي p	$TPFO_p$
المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح من المكون الفرعي c	$TCFO_c$
المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح من المادة الأولية r	$TRFO_r$
(عدد أو كمية) الوحدة المستعملة من المكون الفرعي c للمنتج النهائي p	$cu_{p,c}$
(عدد أو كمية) الوحدة المستعملة من المادة الأولية r للمكون الفرعي c	$ru_{c,r}$
وقت الانتظار للمكون الفرعي c	CL_c
وقت الانتظار للمادة الأولية r	RL_r
الوقت المطلوب من المورد (المكائن، القوى العاملة) s لإنتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي p	$RT_{p,s}$
الطاقة المتاحة من المورد (المكائن، القوى العاملة) s في المدة الحالية i	$AC_{s,i}$
كمية الإنتاج المحددة من قبل الادارة لمدد افق التخطيط	$GOAL_{qp}$
كلفة الإنتاج المحددة من قبل الادارة لمدد افق التخطيط	$GOAL_{cp}$
كلفة الاحتفاظ بالمخزون المحددة من قبل الادارة لمدد افق التخطيط	$GOAL_{ch}$
كلفة ساعة الوقت العاطل من الموارد (المكائن، القوى العاملة) المحددة من قبل الادارة لمدد افق التخطيط	$GOAL_{cs}$
المتغيرات:	
متغيرات القرار الاساس:	
الكمية المنتجة من المنتج النهائي p في المدة الحالية i	$PP_{p,i}$
الكمية المنتجة من المكون الفرعي c في المدة الحالية i	$CP_{c,i}$
الكمية المنتجة من المواد الأولية r في المدة الحالية i	$RP_{r,i}$
متغيرات القرار الثانوية:	
المخزون المحمل من المنتج النهائي p من المدة الحالية i الى المدة اللاحقة j	$PI_{p,i,j}$
المخزون المحمل من المكون الفرعي c من المدة الحالية i إلى المدة اللاحقة j	$CI_{c,i,j}$
المخزون المحمل من المواد الأولية r من المدة الحالية i إلى المدة اللاحقة j	$RI_{r,i,j}$
الكمية من المنتج النهائي p التي ستستعمل في المدة الحالية i من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي)	$PIU_{p,i}$
الكمية من المكون الفرعي c التي ستستعمل في المدة الحالية i من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي)	$CIU_{c,i}$

الكمية من المادة الأولية r التي ستستعمل في المدة الحالية i من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي)	$RIU_{r,i}$
الكمية من المنتج النهائي p التي ستخزن في المدة الحالية i للمخزون المتاح بعد أفق التخطيط	$PFS_{p,i}$
الكمية من المكون الفرعي c التي ستخزن في المدة الحالية i للمخزون المتاح بعد أفق التخطيط	$CFS_{c,i}$
الكمية من المادة الأولية r التي ستخزن في المدة الحالية i للمخزون المتاح بعد أفق التخطيط	$RFS_{r,i}$
التجهيز من المنتج النهائي p في المدة الحالية i	$PS_{p,i}$
الطلب على المكون الفرعي c المستعمل في المنتج النهائي p في المدة الحالية i	$CD_{p,c,i}$
الطلب على المادة الأولية r المستعملة في المكون الفرعي c في المدة الحالية i	$RD_{c,r,i}$
ساعات الوقت العاطل من المورد (المكائن، القوى العاملة) s في المدة الحالية i	$UT_{s,i}$
المتغيرات الانحرافية :	
المتغير الانحرافي تحت الانجاز لهدف زيادة كمية الانتاج q	dq^-
المتغير الانحرافي فوق الانجاز لهدف زيادة كمية الانتاج q	dq^+
المتغير الانحرافي تحت الإنجاز لهدف تقليل كلفة الإنتاج p	dp^-
المتغير الانحرافي فوق الإنجاز لهدف تقليل كلفة الإنتاج p	dp^+
المتغير الانحرافي تحت الإنجاز لهدف تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون h	dh^-
المتغير الانحرافي فوق الإنجاز لهدف تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون h	dh^+
المتغير الانحرافي تحت الإنجاز لهدف تقليل كلفة الموارد s	ds^-
المتغير الانحرافي فوق الإنجاز لهدف تقليل كلفة الموارد s	ds^+
المجموعات:	
مجموعة من المنتجات النهائية	P
مجموعة من المكونات الفرعية	C
مجموعة من المواد الأولية	R
مجموعة من المدد في أفق التخطيط	I

BOMP = {(p,c) | p ∈ P, c ∈ C, P هو مكون فرعي يستعمل في المنتج النهائي c}

مجموعة من قائمة المواد بالنسبة للعلاقات بين المكونات الفرعية والمنتجات.

BOMC = {(c,r) | c ∈ C, r ∈ R, c هي مادة اولية تستعمل في المكون الفرعي r}

مجموعة من قائمة المواد بالنسبة للعلاقات بين المواد الأولية والمكونات الفرعية.

٢-١ تحديد دالة الهدف (دالة الانجاز)

تهدف الشركة موضوع البحث الى تحقيق اربعة أهداف، وهذه الأهداف مرتبة وفق أهميتها والتي حُددت من قبل متخذ القرار في الشركة، وهذه الأهداف هي:

١- زيادة كمية الانتاج من المنتج النهائي $P_1\,(\mathbf{dq}^-)$: تهدف الشركة العامة للصناعات الكهربائية لزيادة كمية الانتاج من السخان الكهربائي سعة (120) لتر الى (550) قطعة خلال ثلاثة اشهر (اشهر افق التخطيط) للاحتفاظ بها للفترة القادمة لتلبية الطلبات المتزايدة من الوزارات.

٢- تقليل كلفة الإنتاج للمنتج النهائي ومكوناته ومواده الاولية $P_2\,(\mathbf{dp}^+)$: الهدف الثاني للشركة هو تقليل كلفة الانتاج ضمن المبلغ المحدد لانتاج السخان الكهربائي واجزاءه لثلاثة اشهر(اشهر افق التخطيط) وهو (62500000) دينار.

٣- تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون للمنتج النهائي ومكوناته ومواده الاولية $P_3(dh^+)$: هدف الشركة الاخر هو تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون ضمن المبلغ المحدد لخزن السخان الكهربائي واجزاءه لثلاثة اشهر(اشهر افق التخطيط) وهو (90000) دينار.

٤- تقليل كلف الوقت العاطل من الموارد لانتاج المنتج النهائي $P_4(ds^+)$: تهدف الشركة الى تقليل كلف الوقت العاطل من الموارد (المكائن والايدي العاملة) ضمن المبلغ المخصص لانتاج السخان الكهربائي لثلاثة اشهر (اشهر افق التخطيط) وهو (300000) دينار.

وعليه فإن الصيغة العامة لدالة الهدف وفق طريقة الاولوية موضحة كالآتي:

$$Min: P_1\,(dq^-) + P_2\,(\mathbf{dp}^+) + P_3(dh^+) + P_4(ds^+)$$

٢-٢ تحديد القيود الهدفية

١- قيد زيادة كمية الانتاج (P_1)

تقوم الشركة بتحديد كمية الانتاج التي يراد تحقيقها لجميع الفترات ضمن أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول)، معنى ذلك هو ان مجموع الكميات المنتجة من المنتج النهائي لثلاثة اشهر تتجاوز او تساوي كمية الانتاج الموضوعة من قبل الشركة، وعلى هذا الاساس فان قيد زيادة كمية الانتاج موضح ادناه:

$$\sum_{p\in P}\sum_{i\in I} PP_{p.i} \geq GOAL_{qp} \qquad (1)$$

يتمثل القيد الهدفي (1) ($\sum_{p\in P}\sum_{i\in I} PP_{p.i}$) بمجموع الكميات المنتجة من المنتج النهائي P لكل شهر من أشهر أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول).

٢- قيد تقليل كلفة الإنتاج (P_2)

تقوم الشركة موضوع البحث بتقييم كلفة الإنتاج لجميع الفترات ضمن أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وهناك كلفة إنتاج يُراد تحقيقها في نهاية أفق التخطيط، بمعنى إن مجموع كلف الانتاج للمنتج النهائي ومكوناته الفرعية ومواده الاولية في الطرف الايسر تساوي او لا تتجاوز كلفة الانتاج الموضوعة من قبل الشركة، وعلى هذا الأساس فان قيدهدف تقليل كلفة الإنتاج موضح أدناه:

$$\sum_{p\in P}\sum_{i\in I} pc_p\, PP_{p.i} + \sum_{c\in C}\sum_{i\in I} cc_r\, CP_{c.i-CLc} + \sum_{r\in R}\sum_{i\in I} rc_r RP_{r.i-RLr} \leq GOAL_{cp} \qquad (2)$$

يتكون القيد الهدفي (2) من المكونات الآتية :

a) المكون الأول ($\sum_{p\in P}\sum_{i\in I} pc_p\, PP_{p,i}$): هو مجموع كلفة الوحدة الواحدة للكميات المنتجة من المنتج النهائي P وتتضمن كلف الانتاج عدا كلف شراء المواد الأولية وشراء أو إنتاج المكونات الفرعية لكل شهر من أشهر أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول).

b) المكون الثاني ($\sum_{c\in C}\sum_{i\in I} cc_r\, CP_{c.i-CLc}$): هو مجموع كلفة الوحدة الواحدة للكميات المنتجة او المشتراة لكل مكون من المكونات الفرعية C وتتضمن كلف الشراء للمكونات المشتراة من الخارج أو كلف الإنتاج للمكونات المنتجة داخل الشركة لكل شهر من أشهر أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) مع الاخذ بنظر الاعتبار فترة الانتظار للمكونات الفرعية.

c) المكون الثالث ($\sum_{r\in R}\sum_{i\in I} rc_r RP_{r.i-RLr}$): هو مجموع كلفة الوحدة الواحدة للكميات المشتراة لكل مادة من المواد الأولية R تتضمن كلف الشراء لكل شهر من أشهر أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) مع الاخذ بنظر الاعتبار فترة الانتظار للمواد الأولية.

٣- قيد تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون (P_3)

تقيّم الشركة موضوع البحث كلفة الاحتفاظ بالمخزون لجميع الفترات ضمن أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وهناك كلفة احتفاظ يُراد تحقيقها في نهاية أفق التخطيط، أي إن مجموع كلف الاحتفاظ بالمخزون للمنتج النهائي واجزاءه في الطرف الايسر تساوي او لا تتجاوز كلفة الاحتفاظ بالمخزون الموضوعة من قبل الشركة. وعلى هذا الأساس فان قيد تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون موضح أدناه:

$$\sum_{p\in P}\sum_{i\in I-(\max I)}\sum_{\substack{j\in I\\(j>i)}}[(j-i)ph_p]\,PI_{p,i,j}+\sum_{c\in C}\sum_{i\in I-(\max I)}\sum_{\substack{j\in I\\(j>i)}}[(j-i)ch_c]\,CI_{c,i,j}$$
$$+\sum_{r\in R}\sum_{i\in I-(\max I)}\sum_{\substack{j\in I\\(j>i)}}[(j-i)rh_r]RI_{r,i,j}+\sum_{p\in P}\sum_{i\in I}(\max I+1-i)ph_p\,PFS_{p,i}$$
$$+\sum_{c\in C}\sum_{i\in I}(maxI+1-i)ch_c\,CFS_{c,i}+\sum_{r\in R}\sum_{i\in I}(maxI+1-i)rh_r RFS_{r,i}$$
$$+\sum_{p\in P}\sum_{i\in I}(i-minI)ph_p\,PIU_{p,i}+\sum_{c\in C}\sum_{i\in I}(i-minI)ch_c\,CIU_{c,i}$$
$$+\sum_{r\in R}\sum_{i\in I}(i-minI)rh_r RIU_{r,i}+\sum_{p\in P}ph_pTPIO_p+\sum_{c\in C}ch_cTCIO_c+\sum_{r\in R}rh_rTIRO_r$$
$$\leq GOAL_{ch} \qquad (3)$$

يتضمن القيد الهدفي (3) كلا مما يأتي:

a) كلفة الاحتفاظ بالمخزون للمخزون المحمل للفترات ضمن أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) ولكل من المنتج النهائي P والمكونات الفرعية C والمواد الأولية R

b) كلفة الاحتفاظ بالمخزون للكميات من المنتج النهائي P والمكونات الفرعية C والمواد الأولية R التي ستخزن في كل فترة من فترات أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) للمخزون المتاح بعد افق التخطيط

c) كلفة الاحتفاظ بالمخزون للكميات من المنتج النهائي P والمكونات الفرعية C والمواد الأولية R التي ستستعمل للفترة الثانية من فترات أفق التخطيط (آب، أيلول) من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي)

d) كلفة الاحتفاظ بالمخزون للمستوى الأولي (الابتدائي) الإجمالي من المنتج النهائي P والمكونات الفرعية C والمواد الأولية R

٤- قيد تقليل كلفة الوقت العاطل من الموارد(P_4)

تسعى الإدارة لتحقيق مستوى مقبول من كلف الوقت العاطل من الموارد (المكائن والايدي العاملة) لجميع الفترات ضمن أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول)، وينبغي ان يكون مجموع كلف الوقت العاطل من الموارد (المكائن والايدي العاملة) في الطرف الايسر تساوي او لا تتجاوز كلف الوقت العاطل من الموارد (المكائن والايدي العاملة) المحددة، لذلك فإن قيد تقليل كلفة الوقت العاطل من الموارد موضح كالاتي:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{i=1}^{I} cut_{s,i}\, UT_{s,i} \leq GOAL_{cs} \qquad (4)$$

يتمثل القيد الهدفي (٤) ($\sum_{s=1}^{S}\sum_{i=1}^{I} cut_{s,i}UT_{s,i}$) بانه مجموع كلفة الساعة الواحدة من الوقت العاطل لكل مورد من الموارد (المكائن، القوى العاملة) للوقت العاطل لكل شهر من أشهر أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول).

٣-٢ تحديد قيود الإنموذج

تتكون من قيود المنتج النهائي (P) وقيود المكونات الفرعية (C) وقيود المواد الأولية (R) وقيد الطاقة المتاحة من الموارد (S).

١- القيد (5)/ قيد الكمية المجهزة من المنتج النهائي: يشير الى ان الكمية المجهزة للشهر الحالي $(PS_{p,i})$اكبر من أو تساوي الكمية المطلوبة للشهر الحالي $(PD_{p,i})$ من المنتج النهائي P (يطبق هذا القيد على اشهر افق التخطيط جميعها (تموز، آب، أيلول)).

$$PS_{p,i} \geq PD_{p,i}\ , \qquad p \in P\ , i \in I \qquad (5)$$

٢- القيد (6)/قيد الكمية المطلوبة من المكونات الفرعية: يشير الى الموازنة بين الكمية المطلوبة من كل مكون من المكونات الفرعية C المستعمل في المنتج النهائي P للشهر الحالي مع الاخذ بنظر الاعتبار مدة الانتظار للمكونات الفرعية ($CD_{p,c,i-CLc}$) و(عدد أو كمية) الوحدة المستعملة من كل مكون من المكونات الفرعية C للمنتج النهائي P ($cu_{p,c}$) للكمية المنتجة من المنتج النهائي P للشهر الحالي ($PP_{p,i}$) (يطبق هذا القيد على اشهر افق التخطيط جميعها (تموز، آب، أيلول)).

$$CD_{p,c,i-CLc} = cu_{p,c} PP_{p,i}, \qquad i \in I, (p,c) \in BOMP \qquad (6)$$

٣- القيد (7)/قيد الكمية المطلوبة من المواد الاولية: يشير الى الموازنة بين الكمية المطلوبة من كل مادة من المواد الأولية R المستعملة في كل مكون من المكونات الفرعية C للشهر الحالي مع الاخذ بنظر الاعتبار مدة الانتظار للمواد الاولية ($RD_{c,r,i-RLr}$) و(عدد أو كمية) الوحدة المستعملة من كل مادة من المواد الأولية R لكل مكون من المكونات الفرعية C ($ru_{c,r}$) للكمية المنتجة من المكونات الفرعية C للشهر الحالي مع الاخذ بنظر الاعتبار مدة الانتظار للمكونات الفرعية ($CP_{c,i-CLc}$) (يطبق هذا القيد على اشهر افق التخطيط جميعها (تموز، آب، أيلول)).

$$RD_{c,r,i-RLr} = ru_{c,r}\, CP_{c,i-CLc}, \qquad i \in I, (c,r) \in BOMC \qquad (7)$$

٤- القيد (8)/ قيد الموازنة للمنتج النهائي: يشير الى الموازنة بين (الكمية المجهزة في الشهر الحالي ($PS_{p,i}$) مضافا اليه مجموع المخزون المحمل من الشهر الحالي الى الشهر اللاحق ومن الشهر الحالي الى الشهر بعد اللاحق ضمن افق التخطيط ($\sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} PI_{p,i,j}$) مضافا اليه الكمية التي ستخزن في الشهر الحالي للمخزون المتاح بعد افق التخطيط ($PFS_{p,i}$)) و(مجموع المخزون المحمل من الشهر قبل السابق الى الشهر الحالي ومن الشهر السابق الى الشهر الحالي ضمن أفق التخطيط ($\sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} PI_{p,j,i}$) مضافا اليه الكمية المنتجة في الشهر الحالي ($PP_{p,i}$) مضافا اليه الكمية التي ستستعمل في الشهر الحالي من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي) ($PIU_{p,i}$)) من المنتج النهائي P (يطبق هذا القيد على اشهر افق التخطيط جميعها (تموز، آب، أيلول)).

$$PS_{p,i} + \sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} PI_{p,i,j} + PFS_{p,i} = \sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} PI_{p,j,i} + PP_{p,i} + PIU_{p,i}, \qquad p \in P, i \in I \qquad (8)$$

٥- القيد (9)/قيد الموازنة للمكونات الفرعية: يشير الى الموازنة بين (مجموع الكمية المطلوبة من كل مكون من المكونات الفرعية C المستعمل في المنتج النهائي P في الشهر الحالي مع الاخذ بنظر الاعتبار مدة الانتظار للمكونات الفرعية ($\sum_{(p,c)\in BOMP} CD_{p,c,i-CLc}$) مضافا اليه مجموع المخزون المحمل من الشهر الحالي الى الشهر اللاحق ومن الشهر الحالي الى الشهر بعد اللاحق ضمن افق التخطيط ($\sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} CI_{c,i,j}$) مضافا اليه الكمية التي ستخزن في الشهر الحالي للمخزون المتاح بعد افق التخطيط ($CFS_{c,i}$)) و(مجموع المخزون المحمل من الشهر قبل السابق الى الشهر الحالي ومن الشهر السابق الى الشهر الحالي ضمن أفق التخطيط ($\sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} CI_{c,j,i}$) مضافا اليه الكمية المنتجة في الشهر الحالي مع الاخذ بنظر الاعتبار مدة الانتظار للمكونات الفرعية ($CP_{c,i-CLc}$) مضافا اليه الكمية التي ستستعمل في الشهر الحالي من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي) ($CIU_{c,i}$)) من كل مكون من المكونات الفرعية C (يطبق هذا القيد على اشهر افق التخطيط جميعها(تموز، آب، أيلول)).

$$\sum_{(p,c)\in BOMP} CD_{p,c,i-CLc} + \sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} CI_{c,i,j} + CFS_{c,i}$$

$$= \sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} CI_{c,j,i} + CP_{c,i-CLc} + CIU_{c,i}, \qquad c \in C, i \in I \qquad (9)$$

٦- القيد (10)/قيد الموازنة للمواد الاولية: يشير الى الموازنة بين (مجموع الكمية المطلوبة من كل مادة من المواد الأولية R المستعملة في كل مكون من المكونات الفرعية C في الشهر الحالي مع الاخذ بنظر الاعتبار مدة الانتظار للمواد الاولية ($\sum_{(c,r)\in BOMC} RD_{c,r,i-RLr}$) مضافا اليه مجموع المخزون المحمل من الشهر الحالي الى الشهر اللاحق ومن الشهر الحالي الى الشهر بعد اللاحق ضمن أفق التخطيط ($\sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} RI_{r,i,j}$) مضافا اليه الكمية التي ستخزن في الشهر الحالي للمخزون المتاح بعد افق التخطيط ($RFS_{r,i}$)) و(مجموع المخزون المحمل من الشهر قبل السابق الى الشهر الحالي ومن الشهر السابق الى الشهر الحالي ضمن أفق التخطيط ($\sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} RI_{rj,i}$) مضافا اليه الكمية المنتجة في الشهر الحالي مع الاخذ بنظر الاعتبار مدة الانتظار للمواد الأولية ($RP_{r,i-RLr}$) مضافا اليه الكمية التي ستستعمل في الشهر الحالي من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي) ($RIU_{r,i}$)) من كل مادة من المواد الأولية R (يطبق هذا القيد على اشهر افق التخطيط جميعها (تموز، آب، أيلول)).

$$\sum_{(c,r)\in BOMC} RD_{c,r,i-RLr} + \sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} RI_{r,i,j} + RFS_{r,i}$$

$$= \sum_{\substack{j\in I \\ (j>i)}} RI_{rj,i} + RP_{r,i-RLr} + RIU_{r,i}, \qquad r \in R \qquad (10)$$

٧- القيد (11)/قيد الموازنة للمنتج النهائي: يشير الى الموازنة بين مجموع الكمية التي ستستعمل في كل شهر من اشهر أفق التخطيط من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي) ($\sum_{i\in I} PIU_{p,i}$) والمستوى الأولي (الابتدائي) الإجمالي للمخزون المتاح ($TPIO_p$) من المنتج النهائي P.

$$\sum_{i\in I} PIU_{p,i} = TPIO_p, \qquad p \in P \qquad (11)$$

٨- القيد (12)/قيد الموازنة للمكونات الفرعية: يشير الى مجموع الكمية التي ستستعمل في كل شهر من اشهر أفق التخطيط من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي) ($\sum_{i\in I} CIU_{c,i}$) والمستوى الأولي (الابتدائي) الإجمالي للمخزون المتاح ($TCIO_c$) من كل مكون من المكونات الفرعية C.

$$\sum_{i\in I} CIU_{c,i} = TCIO_c, \qquad c \in C \qquad (12)$$

٩- القيد (13)/قيد الموازنة للمواد الاولية: يشير الى مجموع الكمية التي ستستعمل في كل شهر من اشهر أفق التخطيط من المخزون المتاح الأولي (الابتدائي) ($\sum_{i\in I} RIU_{r,i}$) والمستوى الأولي (الابتدائي) الإجمالي للمخزون المتاح ($TRIO_r$) من كل مادة من المواد الأولية R.

$$\sum_{i\in I} RIU_{r,i} = TRIO_r \ , \qquad r \in R \qquad (13)$$

١٠- القيد (14)/قيد الموازنة للمنتج النهائي: يشير الى الموازنة بين المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح ($TPFO_p$) ومجموع الكمية التي ستخزن في كل شهر من اشهر أفق التخطيط للمخزون المتاح بعد افق التخطيط ($\sum_{i\in I} PFS_{p,i}$) من المنتج النهائي P.

$$TPFO_p = \sum_{i\in I} PFS_{p,i} \ , \qquad p \in P \qquad (14)$$

١١- القيد (15)/قيد الموازنة للمكونات الفرعية: يشير الى الموازنة بين المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح ($TCFO_c$) ومجموع الكمية التي ستخزن في كل شهر من اشهر أفق التخطيط للمخزون المتاح بعد افق التخطيط ($\sum_{i\in I} CFS_{c,i}$) من كل مكون من المكونات الفرعية C.

$$TCFO_c = \sum_{i\in I} CFS_{c,i} \ , \qquad c \in C \qquad (15)$$

١٢- القيد (16)/قيد الموازنة للمواد الاولية: يشير الى الموازنة بين المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح ($TRFO_r$) ومجموع الكمية التي ستخزن في كل شهر من اشهر أفق التخطيط للمخزون المتاح بعد افق التخطيط ($\sum_{i\in I} RFS_{r,i}$) من كل مادة من المواد الأولية R.

$$TRFO_r = \sum_{i\in I} RFS_{r,i} \ , \qquad r \in R \qquad (16)$$

١٣- القيد (17)/ قيد الطاقة المتاحة: يشير الى انه ينبغي ان يكون الوقت المطلوب (بالساعات) لإنتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي من كل مورد من الموارد المتاحة ($\sum_{p=1}^{P} RT_{p,s}$) للكمية المنتجة من المنتج النهائي P في الشهر الحالي ($PP_{p,i}$) مضافا اليه ساعات الوقت العاطل من كل مورد من الموارد المتاحة S في الشهر الحالي ($UT_{s,i}$) اصغر من او مساو الى الطاقة المتاحة (بالساعات) من كل مورد من الموارد المتاحة S في الشهر الحالي ($AC_{s,i}$) (يطبق هذا القيد على اشهر افق التخطيط جميعها (تموز، آب، أيلول)).

$$\sum_{p=1}^{P} RT_{p,s} PP_{p,i} + UT_{s,i} \le AC_{s,i} \ , \quad s = 1, \dots S \ , \quad i = 1 \dots I \qquad (17)$$

١- وتتحدد الطاقة المتاحة بنوعين من الموارد وهي: المكائن ، ٢- الايدي العاملة.

٣- تطبيق الإنموذج الرياضي لتخطيط الاحتياجات من المواد للسخان الكهربائي

بعد تعويض البيانات والمعلومات المأخوذة من الشركة في الإنموذج الرياضي المقترح للشركة موضوع البحث ينبغي وضع الارقام بدلا من الاسماء لأن الإنموذج الرياضي يتعامل مع الرموز والارقام فقط لذلك يمكن توضيحها كالاتي:

المنتج النهائي $P = \{ 1 \}$.

المكونات الفرعية $C = \{ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 \}$.

المواد الاولية $R = \{ 1,2,3 \}$.

$BOMP = \{(1,1),(1,2),(1,3),(1,4),(1,5),(1,6),(1,7),(1,8),(1,9),(1,10), (1,11), (1,12)\}$.

$BOMC = \{(1,1),(2,1),(3,1),(4,1),(5,2),(6,3) \}$.

الموارد (المكائن والايدي العاملة) $S = \{ 1,2\}$.

اشهر افق التخطيط ={ تموز، اب، ايلول}

$I = \{ 7,8,9 \}$.

اصغر شهر من اشهر التخطيط $Min\ I = \{ 7 \}$.

اكبر شهر من اشهر التخطيط $Max\ I = \{ 9 \}$.

٣-١ بيانات ومعلومات القيود الهدفية

١- القيد الهدفي (1) قيد زيادة كمية الانتاج

عدد الوحدات المنتجة من المنتج النهائي (السخان الكهربائي) خلال اشهر افق التخطيط (تموز، اب، ايلول) موضحة بالقيد (1) وكالاتي:

$$PP_{1,7} + PP_{1,8} + PP_{1,9} - dq^{+} + dq^{-} = 550$$

٢- القيد الهدفي (2) قيد تقليل كلفة الانتاج

لغرض تطبيق القيد الهدفي (قيد تقليل كلفة الإنتاج) تؤخذ كلف الشراء او الانتاج للمنتج النهائي (السخان) وأجزائه (المكونات الفرعية والمواد الأولية) من الجدول (٢) في الملحق (١) وأوقات الانتظار لأجزاء السخان (المكونات الفرعية والمواد الأولية) من الجدول (١) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وتعويضها في القيد (2) كما يلي:

$$2000PP_{1,7} + 2000PP_{1,8} + 2000PP_{1,9} + 2700CP_{1,6} + 2700CP_{1,7} + 2700CP_{1,8} + 750CP_{2,6} + 750CP_{2,7} + 750CP_{2,8} + 1550CP_{3,6} + 1550CP_{3,7} + 1550CP_{3,8} + 1128CP_{4,6} + 1128CP_{4,7} + 1128CP_{4,8} + 5130CP_{5,6} + 5130CP_{5,7} + 5130CP_{5,8} + 1265CP_{6,6} + 1265CP_{6,7} + 1265CP_{6,8} + 3528CP_{7,6} + 3528CP_{7,7} + 3528CP_{7,8} + 3500CP_{8,6} + 3500CP_{8,7} + 3500CP_{8,8} + 105CP_{9,6} + 105CP_{9,7} + 105CP_{9,8} + 15615CP_{10,5} + 15615CP_{10,6} + 15615CP_{10,7} + 587CP_{11,5} + 587CP_{11,6} + 587CP_{11,7} + 1764CP_{12,5} + 1764CP_{12,6} + 1764CP_{12,7} + 1440RP_{1,5} + 1440RP_{1,6} + 1440RP_{1,7} + 1250RP_{2,5} + 1250RP_{2,6} + 1250RP_{2,7} + 4100RP_{3,5} + 4100RP_{3,6} + 4100RP_{3,7} - dp^{+} + dp^{-} = 62500000$$

٣- القيد الهدفي (3) قيد تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون

لغرض تطبيق القيد الهدفي (قيد تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون) تؤخذ كلف الاحتفاظ بالمخزون للمنتج النهائي (السخان) والأجزاء المكونة له (المكونات الفرعية والمواد الاولية) من الجدول (٣) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وتعويضها في القيد (3) كما يلي:

$$35PI_{1,7,8} + 2 * 35PI_{1,7,9} + 35PI_{1,8,9} + 3CI_{1,7,8} + 2 * 3CI_{1,7,9} + 3CI_{1,8,9} + 2CI_{2,7,8} + 2 * 2CI_{2,7,9} + 2CI_{2,8,9} + 2.5CI_{3,7,8} + 2 * 2.5CI_{3,7,9} + 2.5CI_{3,8,9} + 2.2CI_{4,7,8} + 2 * 2.2CI_{4,7,9} + 2.2CI_{4,8,9} + 3.3CI_{5,7,8} + 2 * 3.3CI_{5,7,9} + 3.3CI_{5,8,9} + 2CI_{6,7,8} + 2 * 2CI_{6,7,9} + 2CI_{6,8,9} + 2.5CI_{7,7,8} + 2 * 2.5CI_{7,7,9} + 2.5CI_{7,8,9} + 1.5CI_{8,7,8} + 2 * 1.5CI_{8,7,9} + 1.5CI_{8,8,9} + 1CI_{9,7,8} + 1CI_{9,7,9} + 1CI_{9,8,9} + 1.5CI_{10,7,8} + 1.5CI_{10,7,9} + 1.5CI_{10,8,9} + 2CI_{11,7,8} + 2 * 2CI_{11,7,9} + 2CI_{11,8,9} + 2CI_{12,7,8} + 2 * 2CI_{12,7,9} + 2CI_{12,8,9} + 12RI_{1,7,8} + 2 * 12RI_{1,7,9} + 12RI_{1,8,9} + 5RI_{2,7,8} + 2 * 5RI_{2,7,9} + 5RI_{2,8,9} + 3RI_{3,7,8} + 2 * 3RI_{3,7,9} + 3RI_{3,8,9} + 3 * 35PFS_{1,7} + 2 * 35PFS_{1,8} + 35PFS_{1,9} + 3 * 3CFS_{1,7} + 2 * 3CFS_{1,8} + 3CFS_{1,9} + 3 * 2CFS_{2,7} + 2 * CFS_{2,8} + 2CFS_{2,9} + 3 * 2.5CFS_{3,7} + 2 * 2.5CFS_{3,8} + 2.5CFS_{3,9} + 3 * 2.2CFS_{4,7} + 2 * 2.2CFS_{4,8} + 2.2CFS_{4,9} + 3 * 3.3CFS_{5,7} + 2 * 3.3CFS_{5,8} + 3.3CFS_{5,9} + 3 * 2CFS_{6,7} + 2 * 2CFS_{6,8} + 2CFS_{6,9} + 3 * 2.5CFS_{7,7} + 2 * 2.5CFS_{7,8} + 2.5CFS_{7,9} + 3 * 1.5CFS_{8,7} + 2 * 1.5CFS_{8,8} + 1.5CFS_{8,9} + 3 * 1CFS_{9,7} + 2 * 1CFS_{9,8} + 1CFS_{9,9} + 3 * 1.5CFS_{10,7} + 2 * 1.5CFS_{10,8} + 1.5CFS_{10,9} + 3 * 2CFS_{11,7} + 2 * 2CFS_{11,8} + 2CFS_{11,9} + 3 * 2CFS_{12,7} + 2 * 2CFS_{12,8} + 2CFS_{12,9} + 3 * 12RFS_{1,7} + 2 * 12RFS_{1,8} + 12RFS_{1,9} + 3 * 5RFS_{2,7} + 2 * 5RFS_{2,8} + 5RFS_{2,9} + 3 * 3RFS_{3,7} + 2 * 3RFS_{3,8} + 3RFS_{3,9} + 35PIU_{1,8} + 2 * 35PIU_{1,9} + 3CIU_{1,8} + 2 * 3CIU_{1,9} + 2CIU_{2,8} + 2 * 2CIU_{2,9} + 2.5CIU_{3,8} + 2 * 2.5CIU_{3,9} + 2.2CIU_{4,8} + 2 * 2.2CIU_{4,9} + 3.3CIU_{5,8} + 2 * 3.3CIU_{5,9} + 2CIU_{6,8} + 2 * 2CIU_{6,9} + 2.5CIU_{7,8} + 2 * 2.5CIU_{7,9} + 1.5CIU_{8,8} + 2 * 1.5CIU_{8,9} + 1CIU_{9,8} + 2 * 1CIU_{9,9} + 1.5CIU_{10,8} + 2 * 1.5CIU_{10,9} + 2CIU_{11,8} + 2 * 2CIU_{11,9} + 2CIU_{12,8} + 2 * 2CIU_{12,9} + 12RIU_{1,8} + 2 * 12RIU_{1,9} + 5RIU_{2,8} + 2 * 5RIU_{2,9} + 3RIU_{3,8} + 2 * 3RIU_{3,9} + 35TPIO_1 + 3TCIO_1 + 2TCIO_2 + 2.5TCIO_3 + 2.2TCIO_4 + 3.3TCIO_5 + 2TCIO_6 + 2.5TCIO_7 + 1.5TCIO_8 + 1TCIO_9 + 1.5TCIO_{10} + 2TCIO_{11} + 2TCIO_{12} + 12TRIO_1 + 5TRIO_2 + 3TRIO_3 - dh^+ + dh^- = 90000$$

٤- القيد الهدفي (4) قيد تقليل كلفة الوقت العاطل من الموارد

لغرض تطبيق القيد الهدفي (قيد تقليل كلفة الوقت العاطل من الموارد) تؤخذ كلفة الساعة الواحدة من الوقت العاطل للموارد (المكائن والأيدي العاملة) من الجدول (4) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وتعويضها في القيد (4) كما يلي:

$$1000UT_{1,7} + 1000UT_{1,8} + 1000UT_{1,9} + 2800UT_{2,7} + 2800UT_{2,8} + 2800UT_{2,9} - ds^+ + ds^- = 300000$$

٢-٣ بيانات ومعلومات قيود الإنموذج

١- القيد (٥)/ قيد الكمية المجهزة من المنتج النهائي: تؤخذ الكميات المطلوبة من المنتج النهائي (السخان الكهربائي) من الجدول (٥) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وتعويضها في القيد (5) كما يلي:

$$PS_{1,7} \geq 110$$
$$PS_{1,8} \geq 175$$
$$PS_{1,9} \geq 195$$

٢- القيد (٦)/ قيد الكمية المطلوبة من المكونات الفرعية: تؤخذ (عدد او كمية) الوحدات المستعملة من المكونات الفرعية لانتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي (السخان الكهربائي) من الجدول (٦) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وتعويضها في القيد (6) كما يلي:

$$CD_{1,1,6} - 1PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,2,6} - 2PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,3,6} - 1PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,4,6} - 1PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,5,6} - 1PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,6,6} - 2PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,7,6} - 1.45PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,8,6} - 0.3PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,9,6} - 1PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,10,5} - 1PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,11,5} - 3PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,12,5} - 1.5PP_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,1,7} - 1PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,2,7} - 2PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,3,7} - 1PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,4,7} - 1PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,5,7} - 1PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,6,7} - 2PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,7,7} - 1.45PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,8,7} - 0.3PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,9,7} - 1PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,10,6} - 1PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,11,6} - 3PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,12,6} - 1.5PP_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,1,8} - 1PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,2,8} - 2PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,3,8} - 1PP_{1,9} = 0$$

$$CD_{1,4,8} - 1PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,5,8} - 1PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,6,8} - 2PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,7,8} - 1.45PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,8,8} - 0.3PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,9,8} - 1PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,10,7} - 1PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,11,7} - 3PP_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,12,7} - 1.5PP_{1,9} = 0$$

٣- القيد (٧)/ قيد الكمية المطلوبة من المواد الاولية: تؤخذ (عدد او كمية) الوحدة المستعملة من المادة الأولية لإنتاج وحدة واحدة من المكون الفرعي من الجدول (٧) والجدول (٨) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول)، مع الاخذ بنظر الاعتبار فترة الانتظار للمكونات الفرعية والمواد الاولية المبينة في الجدول (١) ويتم تعويضها في القيد (7) كما يلي:

$$RD_{1,1,5} - 14.8CP_{1,6} = 0$$
$$RD_{2,1,5} - 6CP_{2,6} = 0$$
$$RD_{3,1,5} - 1.85CP_{3,6} = 0$$
$$RD_{4,1,5} - 0.35CP_{4,6} = 0$$
$$RD_{5,2,5} - 10.2CP_{5,6} = 0$$
$$RD_{6,3,5} - 2.45CP_{6,6} = 0$$
$$RD_{1,1,6} - 14.8CP_{1,7} = 0$$
$$RD_{2,1,6} - 6CP_{2,7} = 0$$
$$RD_{3,1,6} - 1.85CP_{3,7} = 0$$
$$RD_{4,1,6} - 0.35CP_{4,7} = 0$$
$$RD_{5,2,6} - 10.2CP_{5,7} = 0$$
$$RD_{6,3,6} - 2.45CP_{6,7} = 0$$
$$RD_{1,1,7} - 14.8CP_{1,8} = 0$$
$$RD_{2,1,7} - 6CP_{2,8} = 0$$
$$RD_{3,1,7} - 1.85CP_{3,8} = 0$$
$$RD_{4,1,7} - 0.35CP_{4,8} = 0$$
$$RD_{5,2,7} - 10.2CP_{5,8} = 0$$
$$RD_{6,3,7} - 2.45CP_{6,8} = 0$$

٤- القيد (٨)/ قيد الموازنة للمنتج النهائي:

$$PS_{1,7} + PI_{1,7,8} + PI_{1,7,9} + PFS_{1,7} - PP_{1,7} - PIU_{1,7} = 0$$
$$PS_{1,8} + PI_{1,8,9} + PFS_{1,8} - PI_{1,7,8} - PP_{1,8} - PIU_{1,8} = 0$$
$$PS_{1,9} + PFS_{1,9} - PI_{1,7,9} - PI_{1,8,9} - PP_{1,9} - PIU_{1,9} = 0$$

٥- القيد (٩)/ قيد الموازنة للمكونات الفرعية:

$$CD_{1,1,6} + CI_{1,7,8} + CI_{1,7,9} + CFS_{1,7} - CP_{1,6} - CIU_{1,7} = 0$$
$$CD_{1,2,6} + CI_{2,7,8} + CI_{2,7,9} + CFS_{2,7} - CP_{2,6} - CIU_{2,7} = 0$$
$$CD_{1,3,6} + CI_{3,7,8} + CI_{3,7,9} + CFS_{3,7} - CP_{3,6} - CIU_{3,7} = 0$$
$$CD_{1,4,6} + CI_{4,7,8} + CI_{4,7,9} + CFS_{4,7} - CP_{4,6} - CIU_{4,7} = 0$$
$$CD_{1,5,6} + CI_{5,7,8} + CI_{5,7,9} + CFS_{5,7} - CP_{5,6} - CIU_{5,7} = 0$$
$$CD_{1,6,6} + CI_{6,7,8} + CI_{6,7,9} + CFS_{6,7} - CP_{6,6} - CIU_{6,7} = 0$$
$$CD_{1,7,6} + CI_{7,7,8} + CI_{7,7,9} + CFS_{7,7} - CP_{7,6} - CIU_{7,7} = 0$$
$$CD_{1,8,6} + CI_{8,7,8} + CI_{8,7,9} + CFS_{8,7} - CP_{8,6} - CIU_{8,7} = 0$$
$$CD_{1,9,6} + CI_{9,7,8} + CI_{9,7,9} + CFS_{9,7} - CP_{9,6} - CIU_{9,7} = 0$$
$$CD_{1,10,5} + CI_{10,7,8} + CI_{10,7,9} + CFS_{10,7} - CP_{10,5} - CIU_{10,7} = 0$$
$$CD_{1,11,5} + CI_{11,7,8} + CI_{11,7,9} + CFS_{11,7} - CP_{11,5} - CIU_{11,7} = 0$$
$$CD_{1,12,5} + CI_{12,7,8} + CI_{12,7,9} + CFS_{12,7} - CP_{12,5} - CIU_{12,7} = 0$$
$$CD_{1,1,7} + CI_{1,8,9} + CFS_{1,8} - CI_{1,7,8} - CP_{1,7} - CIU_{1,8} = 0$$
$$CD_{1,2,7} + CI_{2,8,9} + CFS_{2,8} - CI_{2,7,8} - CP_{2,7} - CIU_{2,8} = 0$$
$$CD_{1,3,7} + CI_{3,8,9} + CFS_{3,8} - CI_{3,7,8} - CP_{3,7} - CIU_{3,8} = 0$$
$$CD_{1,4,7} + CI_{4,8,9} + CFS_{4,8} - CI_{4,7,8} - CP_{4,7} - CIU_{4,8} = 0$$
$$CD_{1,5,7} + CI_{5,8,9} + CFS_{5,8} - CI_{5,7,8} - CP_{5,7} - CIU_{5,8} = 0$$
$$CD_{1,6,7} + CI_{6,8,9} + CFS_{6,8} - CI_{6,7,8} - CP_{6,7} - CIU_{6,8} = 0$$
$$CD_{1,7,7} + CI_{7,8,9} + CFS_{7,8} - CI_{7,7,8} - CP_{7,7} - CIU_{7,8} = 0$$
$$CD_{1,8,7} + CI_{8,8,9} + CFS_{8,8} - CI_{8,7,8} - CP_{8,7} - CIU_{8,8} = 0$$
$$CD_{1,9,7} + CI_{9,8,9} + CFS_{9,8} - CI_{9,7,8} - CP_{9,7} - CIU_{9,8} = 0$$
$$CD_{1,10,6} + CI_{10,8,9} + CFS_{10,8} - CI_{10,7,8} - CP_{10,6} - CIU_{10,8} = 0$$
$$CD_{1,11,6} + CI_{11,8,9} + CFS_{11,8} - CI_{11,7,8} - CP_{11,6} - CIU_{11,8} = 0$$
$$CD_{1,12,6} + CI_{12,8,9} + CFS_{12,8} - CI_{12,7,8} - CP_{12,6} - CIU_{12,8} = 0$$
$$CD_{1,1,8} + CFS_{1,9} - CI_{1,7,9} - CI_{1,8,9} - CP_{1,8} - CIU_{1,9} = 0$$
$$CD_{1,2,8} + CFS_{2,9} - CI_{2,7,9} - CI_{2,8,9} - CP_{2,8} - CIU_{2,9} = 0$$
$$CD_{1,3,8} + CFS_{3,9} - CI_{3,7,9} - CI_{3,8,9} - CP_{3,8} - CIU_{3,9} = 0$$
$$CD_{1,4,8} + CFS_{4,9} - CI_{4,7,9} - CI_{4,8,9} - CP_{4,8} - CIU_{4,9} = 0$$
$$CD_{1,5,8} + CFS_{5,9} - CI_{5,7,9} - CI_{5,8,9} - CP_{5,8} - CIU_{5,9} = 0$$
$$CD_{1,6,8} + CFS_{6,9} - CI_{6,7,9} - CI_{6,8,9} - CP_{6,8} - CIU_{6,9} = 0$$
$$CD_{1,7,8} + CFS_{7,9} - CI_{7,7,9} - CI_{7,8,9} - CP_{7,8} - CIU_{7,9} = 0$$

$$CD_{1,8,8} + CFS_{8,9} - CI_{8,7,9} - CI_{8,8,9} - CP_{8,8} - CIU_{8,9} = 0$$
$$CD_{1,9,8} + CFS_{9,9} - CI_{9,7,9} - CI_{9,8,9} - CP_{9,8} - CIU_{9,9} = 0$$
$$CD_{1,10,7} + CFS_{10,9} - CI_{10,7,9} - CI_{10,8,9} - CP_{10,7} - CIU_{10,9} = 0$$
$$CD_{1,11,7} + CFS_{11,9} - CI_{11,7,9} - CI_{11,8,9} - CP_{11,7} - CIU_{11,9} = 0$$
$$CD_{1,12,7} + CFS_{12,9} - CI_{12,7,9} - CI_{12,8,9} - CP_{12,7} - CIU_{12,9} = 0$$

٦- القيد (١٠)/ قيد الموازنة للمواد الاولية:

$$RD_{1,1,5} + RD_{2,1,5} + RD_{3,1,5} + RD_{4,1,5} + RI_{1,7,8} + RI_{1,7,9} + RFS_{1,7} - RP_{1,5} - RIU_{1,7} = 0$$
$$RD_{1,1,6} + RD_{2,1,6} + RD_{3,1,6} + RD_{4,1,6} + RI_{1,8,9} + RFS_{1,8} - RI_{1,7,8} - RP_{1,6} - RIU_{1,8} = 0$$
$$RD_{1,1,7} + RD_{2,1,7} + RD_{3,1,7} + RD_{4,1,7} + RFS_{1,9} - RI_{1,7,9} - RI_{1,8,9} - RP_{1,7} - RIU_{1,9} = 0$$
$$RD_{5,2,5} + RI_{2,7,8} + RI_{2,7,9} + RFS_{2,7} - RP_{2,5} - RIU_{2,7} = 0$$
$$RD_{5,2,6} + RI_{2,8,9} + RFS_{2,8} - RI_{2,7,8} - RP_{2,6} - RIU_{2,8} = 0$$
$$RD_{5,2,7} + RFS_{2,9} - RI_{2,7,9} - RI_{2,8,9} - RP_{2,7} - RIU_{2,9} = 0$$
$$RD_{6,3,5} + RI_{3,7,8} + RI_{3,7,9} + RFS_{3,7} - RP_{3,5} - RIU_{3,7} = 0$$
$$RD_{6,3,6} + RI_{3,8,9} + RFS_{3,8} - RI_{3,7,8} - RP_{3,6} - RIU_{3,8} = 0$$
$$RD_{6,3,7} + RFS_{3,9} - RI_{3,7,9} - RI_{3,8,9} - RP_{3,7} - RIU_{3,9} = 0$$

٧- القيد (١١)/ قيد الموازنة للمنتج النهائي: أن المستوى الابتدائي (الأولي) الإجمالي للمخزون المتاح من المنتج النهائي (السخان الكهربائي) هي (20) قطعة تامة الصنع، وتعوض في القيد (11) كما يلي:

$$PIU_{1,7} + PIU_{1,8} + PIU_{1,9} - 20 = 0$$

٨- القيد (١٢)/ قيد الموازنة للمكونات الفرعية: تؤخذ الكميات التي تمثل المستوى الابتدائي الإجمالي للمخزون المتاح للمكونات الفرعية من الجدول (9) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وتعوض في القيد (12) كما يلي:

$$CIU_{1,7} + CIU_{1,8} + CIU_{1,9} - 20 = 0$$
$$CIU_{2,7} + CIU_{2,8} + CIU_{2,9} - 40 = 0$$
$$CIU_{3,7} + CIU_{3,8} + CIU_{3,9} - 20 = 0$$
$$CIU_{4,7} + CIU_{4,8} + CIU_{4,9} - 20 = 0$$
$$CIU_{5,7} + CIU_{5,8} + CIU_{5,9} - 20 = 0$$
$$CIU_{6,7} + CIU_{6,8} + CIU_{6,9} - 40 = 0$$
$$CIU_{7,7} + CIU_{7,8} + CIU_{7,9} - 30 = 0$$
$$CIU_{8,7} + CIU_{8,8} + CIU_{8,9} - 10 = 0$$
$$CIU_{9,7} + CIU_{9,8} + CIU_{9,9} - 20 = 0$$
$$CIU_{10,7} + CIU_{10,8} + CIU_{10,9} - 20 = 0$$
$$CIU_{11,7} + CIU_{11,8} + CIU_{11,9} - 60 = 0$$
$$CIU_{12,7} + CIU_{12,8} + CIU_{12,9} - 30 = 0$$

٩- القيد (١٣)/ قيد الموازنة للمواد الاولية: تؤخذ الكميات التي تمثل المستوى الابتدائي الإجمالي للمخزون المتاح للمواد الأولية من الجدول (10) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) ويتم تعويضها في القيد (13) كما يلي:

$$RIU_{1,7} + RIU_{1,8} + RIU_{1,9} - 460 = 0$$
$$RIU_{2,7} + RIU_{2,8} + RIU_{2,9} - 205 = 0$$
$$RIU_{3,7} + RIU_{3,8} + RIU_{3,9} - 50 = 0$$

١٠- القيد (١٤)/ قيد الموازنة للمنتج النهائي: إن المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح من المنتج النهائي (السخان الكهربائي) هي (70) قطعة تامة الصنع، وتعوض في القيد (14) كما يلي:

$$-PFS_{1,7} - PFS_{1,8} - PFS_{1,9} + 70 = 0$$

١١- القيد (١٥)/ قيد الموازنة للمكونات الفرعية: تؤخذ الكميات التي تمثل المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح للمكونات الفرعية من الجدول (١١) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) وتعوض في القيد (15) كما يلي:

$$-CFS_{1,7} - CFS_{1,8} - CFS_{1,9} + 20 = 0$$
$$-CFS_{2,7} - CFS_{2,8} - CFS_{2,9} + 40 = 0$$
$$-CFS_{3,7} - CFS_{3,8} - CFS_{3,9} + 20 = 0$$
$$-CFS_{4,7} - CFS_{4,8} - CFS_{4,9} + 20 = 0$$
$$-CFS_{5,7} - CFS_{5,8} - CFS_{5,9} + 20 = 0$$
$$-CFS_{6,7} - CFS_{6,8} - CFS_{6,9} + 40 = 0$$
$$-CFS_{7,7} - CFS_{7,8} - CFS_{7,9} + 30 = 0$$
$$-CFS_{8,7} - CFS_{8,8} - CFS_{8,9} + 10 = 0$$
$$-CFS_{9,7} - CFS_{9,8} - CFS_{9,9} + 20 = 0$$
$$-CFS_{10,7} - CFS_{10,8} - CFS_{10,9} + 20 = 0$$
$$-CFS_{11,7} - CFS_{11,8} - CFS_{11,9} + 60 = 0$$
$$-CFS_{12,7} - CFS_{12,8} - CFS_{12,9} + 57 = 0$$

١٢- القيد (١٦)/ قيد الموازنة للمواد الاولية: تؤخذ الكميات التي تمثل المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح للمواد الأولية من الجدول (١٢) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) ويتم تعويضها في القيد (16) كما يلي:

$$-RFS_{1,7} - RFS_{1,8} - RFS_{1,9} + 460 = 0$$
$$-RFS_{2,7} - RFS_{2,8} - RFS_{2,9} + 205 = 0$$
$$-RFS_{3,7} - RFS_{3,8} - RFS_{3,9} + 50 = 0$$

١٣- القيد (١٧)/ قيد الطاقة المتاحة: يؤخذ الوقت اللازم من الموارد (المكائن والأيدي العاملة) لإنتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي والطاقة المتاحة من الموارد (المكائن والأيدي العاملة) من الجدول (١٣) في الملحق (١) للأشهر في أفق التخطيط (تموز، آب، أيلول) ويتم تعويضها في القيد (17) كما يلي:

$$0.9PP_{1,7} + UT_{1,7} \leq 159$$
$$0.9PP_{1,8} + UT_{1,8} \leq 159$$
$$0.9PP_{1,9} + UT_{1,9} \leq 159$$
$$2.5PP_{1,7} + UT_{2,7} \leq 1408$$
$$2.5PP_{1,8} + UT_{2,8} \leq 1408$$
$$2.5PP_{1,9} + UT_{2,9} \leq 1408$$

٤- حل الإنموذج ومناقشة النتائج

بعد ان تم بناء الإنموذج الرياضي والمتكون من دالة الهدف والقيود الهدفية وقيود الإنموذج تم استعمال برنامج (LINGO – Ver.13) الذي يمتاز بدقة عالية في حل مشاكل التحليل الكمي وتم الحصول على نتائج المتغيرات والقيود للإنموذج الرياضي موضحة في الجدول (١٤) و (١٥) في الملحق (٢).

Objective Function Value = 20

مناقشة النتائج

يبين الحل ان الهدف ذو الاولوية الاولى (هدف زيادة كمية الإنتاج) لم يتحقق (dq^-=20)، إذ يتضمن الحل اقل من الكمية المستهدفة بمقدار (20) وحدة، اي تكون الكمية المنتجة (530) وحدة من السخان الكهربائي بدلا من (550) وحدة في الجدول (١٥) في القيد (١) . اما الهدف ذو الاولوية الثانية (هدف تقليل كلفة الإنتاج) تحقق (dp^+=0) ولكن بكلفة اقل، اي ان إنتاج (530) وحدة من السخان الكهربائي يحتاج الى كلفة إنتاج بمقدار (62238218) دينار في الجدول (١٥) في القيد (٢)، كما تم تحقيق الهدف ذو الاولوية الثالثة (هدف تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون) (dh^+=0) وبكلفة اقل، اي ان كلفة الاحتفاظ بالكميات الموجودة في المخازن من السخان الكهربائي واجزائهِ المحددة من قبل الادارة ولمدة ثلاثة اشهر (تموز، اب، ايلول) تحتاج الى كلفة احتفاظ بالمخزون بمقدار(51225) دينار في الجدول (١٥) في القيد (٣)، كذلك تم تحقيق الهدف ذي الاولوية الرابعة (هدف تقليل كلفة الوقت العاطل من الموارد) (ds^+=0)، اي ان كلفة الوقت العاطل لكل من المكائن والايدي العاملة المحددة من قبل الادارة ولمدة ثلاثة اشهر (تموز، اب، ايلول) لم تصرف وذلك لانه تم استغلال الوقت بالكامل من قبل المكائن ولم يكن هناك وقت عاطل اما بالنسبة للايدي العاملة لم يكن هناك وقت عاطل ولكن لم يستغل الوقت بالكامل موضحة في الجدول (١٥) في القيد (٤).

في ظل تحقيق الاهداف الاربعة ووفق اهميتها المحددة من قبل الشركة العامة للصناعات الكهربائية فإن:

1- الكمية المنتجة من المنتج النهائي في شهر تموز ($PP_{1,7}$) هي (177) وحدة، شهر آب ($PP_{1,8}$) هي (177) وحدة وشهر ايلول ($PP_{1,9}$) هي (177) وحدة، اما الكمية المنتجة من المكون الاول للمنتج النهائي (جسم الخزان) في شهر حزيران ($CP_{1,6}$) هي (531) قطعة، شهر تموز ($CP_{1,7}$) وشهر اب ($CP_{1,8}$) هي (0)اي لم ينتج في هذين الشهرين. بالنسبة للكمية المشتراة من المادة الاولية الاولى (حديد الكلفنايز سمك 1.5) في شهر ايار ($RP_{1,5}$) هي (12825) كغم، شهر حزيران ($RP_{1,6}$) هي (0) اي لم يتم الشراء في هذا الشهر وشهر تموز ($RP_{1,7}$) هي (2546) كغم، والكميات المنتجة او المشتراة لبقية المكونات الفرعية والمواد الاولية الاخرى موضحة بالجدول (١٤).

2- الكمية المحملة من المنتج النهائي والمكونات الفرعية والمواد الاولية موضحة بالجدول (14)، إذ ان الكمية المحملة من المنتج النهائي من شهر تموز الى شهر اب ($PI_{1,7,8}$) هي (67) قطعة ومن شهر تموز الى شهر ايلول ($PI_{1,7,9}$) هي (٠) ومن شهر اب الى شهر ايلول ($PI_{1,8,9}$) هي (88) قطعة. اما الكمية المحملة من المكون الاول للمنتج النهائي (جسم الخزان) من شهر تموز الى شهر اب ($CI_{1,7,8}$) هي (177)قطعة ومن شهر تموز الى شهر ايلول ($CI_{1,7,9}$) هي (177) قطعة ومن شهر اب الى شهر ايلول ($CI_{1,8,9}$) هي (0). بالنسبة للكمية المحملة من المادة الاولية الاولى (حديد الكلفنايز سمك 1.5) من شهر تموز الى شهر اب ($RI_{1,7,8}$) (٦٢) قطعة ومن شهر تموز الى شهر ايلول ($RI_{1,7,9}$) ومن شهر اب الى شهر ايلول ($RI_{1,8,9}$) هي (0). اما الكميات المحملة لبقية المكونات الفرعية والمواد الاولية موضحة بالجدول (١٤).

3- الكمية المخزنة من المنتج النهائي والاجزاء المكونة له موضحة في الجدول (14)، ان الكمية المخزنة من المنتج النهائي في شهر تموز الى ما بعد افق التخطيط ($PFS_{1,7}$) وفي شهر اب الى ما بعد افق التخطيط ($PFS_{1,8}$) هي (0) وفي شهر ايلول الى ما بعد افق التخطيط ($PFS_{1,9}$) هي (70)، اما الكمية المخزنة من المكون الاول للمنتج النهائي (جسم الخزان) في شهر تموز الى ما بعد افق التخطيط ($CFS_{1,7}$) هي (20) قطعة وفي شهر اب الى ما بعد افق التخطيط ($CFS_{1,8}$) وفي شهر ايلول الى ما بعد افق التخطيط ($CFS_{1,9}$) هي (0)، وبخصوص الكمية المخزنة من المادة الاولية الاولى (حديد الكلفنايز سمك 1.5) في شهر تموز الى ما بعد افق التخطيط ($RFS_{1,7}$) هي (0) وفي شهر اب الى ما بعد افق التخطيط ($RFS_{1,8}$) هي (٤٦٠) كغم وفي شهر ايلول الى ما بعد افق التخطيط ($RFS_{1,9}$) هي (0)، اما الكميات المخزنة لبقية المكونات الفرعية والمواد الاولية فانها موضحة بجدول النتائج (14).

4- الكمية المستعملة من المنتج النهائي من المخزون المتاح الاولي في شهر تموز ($PIU_{1,7}$) هي (0) وفي شهر اب ($PIU_{1,8}$) هي (20) قطعة وفي شهر ايلول ($PIU_{1,9}$) هي (0)، الكمية المستعملة من المكون الاول للمنتج النهائي (جسم الخزان) من المخزون المتاح الاولي في شهر تموز ($CIU_{1,7}$) هي (20) قطعة وفي شهر اب ($CIU_{1,8}$) وفي شهر ايلول ($CIU_{1,9}$) هي (0)، الكمية المستعملة من المادة الاولية الاولى (حديد الكلفنايز سمك 1.5) من المخزون المتاح الاولي في شهر تموز ($RIU_{1,7}$) هي (0)، وفي شهر اب ($RIU_{1,8}$) هي (460) كغم وفي شهر ايلول ($RIU_{1,9}$) هي (0)، اما الكميات المستعملة لبقية المكونات الفرعية والمواد الاولية موضحة بالجدول (١٤).

5- الوقت العاطل من المورد الاول (المكائن) في شهر تموز ($UT_{1,7}$) وفي شهر اب ($UT_{1,8}$) وفي شهر ايلول ($UT_{1,9}$) هي (0) اي لا يوجد وقت عاطل بالنسبة للمكائن، اما الوقت العاطل بالنسبة للمورد الثاني (الايدي العاملة) الخاصة بإنتاج السخان الكهربائي في شهر تموز ($UT_{2,7}$) وفي شهر اب ($UT_{2,8}$) وفي شهر ايلول ($UT_{2,9}$) تساوي (0) اي لا يوجد وقت عاطل بالنسبة للايدي العاملة موضحة بالجدول (١٤)، اما الجدول (١٥) فيوضح ان القيود (١٤٢-١٤٤) وهي قيود الطاقة المتاحة من المكائن وقد تم استغلالها بالكامل، اما القيود (١٤٥-١٤٧) وهي قيود الطاقة المتاحة من الايدي العاملة التي لم تستغل بالكامل إذ ان الوقت المطلوب لاتمام عملية الإنتاج تحتاج الى (٩٦٦) ساعة عمل لكل شهر بدلا من (١٤٠٨) ساعة عمل لكل شهر.

6- الكمية المجهزة من المنتج النهائي لشهر تموز ($PS_{1,7}$) هي (110) قطعة، لشهر اب ($PS_{1,8}$) هي (175) قطعة ولشهر ايلول ($PS_{1,9}$) هي (195) قطعة موضحة بالجدول (١٤) وكذلك بالجدول (١٥) القيود (٥-٧) اي تم تجهيز كل الكميات المطلوبة في الاشهر (تموز، آب، ايلول)، ان الكمية المطلوبة للمكون الاول (جسم السخان) لشهر حزيران ($CD_{1,1,6}$)، لشهر تموز ($CD_{1,1,7}$) ولشهر اب ($CD_{1,1,8}$) هي (177) قطعة، بالنسبة للكمية المطلوبة من المادة الاولية الاولى (حديد الكلفنايز سمك 1.5) لشهر ايار هي (12763)كغم موزعة على اربع مكونات فرعية، اي ان المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الاول لشهر ايار ($RD_{1,1,5}$) هي (7844) كغم، المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الثاني لشهر ايار ($RD_{2,1,5}$) هي (4240) كغم، المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الثالث لشهر ايار ($RD_{3,1,5}$) هي (617) كغم والمادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الرابع لشهر ايار ($RD_{4,1,5}$) هي (62) كغم، والكمية المطلوبة من المادة الاولية الاولى (حديد الكلفنايز سمك 1.5) لشهر حزيران هي (62) كغم موزعة على اربعة مكونات فرعية، اي ان المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الاول لشهر حزيران ($RD_{1,1,6}$) هي (0)، المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الثاني لشهر حزيران ($RD_{2,1,6}$) هي (0) ، المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الثالث لشهر حزيران ($RD_{3,1,6}$) هي (0) والمادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الرابع لشهر حزيران ($RD_{4,1,6}$) هي (62) كغم، الكمية المطلوبة من المادة الاولية الاولى (حديد الكلفنايز سمك 1.5) لشهر تموز هي (2546) كغم موزعة على اربعة مكونات فرعية، اي ان المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الاول لشهر تموز ($RD_{1,1,7}$) هي (٠)، المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الثاني لشهر تموز ($RD_{2,1,7}$) هي (٢١٢٠) كغم، المادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الثالث لشهر تموز ($RD_{3,1,7}$) هي (364) كغم، والمادة الاولية الاولى للمكون الفرعي الرابع لشهر تموز ($RD_{4,1,7}$) هي (62) كغم، اما الكميات المطلوبة للمكونات الفرعية سواء أكانت إنتاج أم شراء والمواد الاولية فانها موضحة بجدول النتائج (١٤).

٧- القيود (٨-١٤١) الموجودة في الجدول (١٥) فهي تمثل قيود الموازنة ومعبر عنها بأصفار.

رابعا: الاستنتاجات والتوصيات

١- الاستنتاجات

تم التوصل من خلال تطبيق اسلوب برمجة الاهداف لتخطيط الاحتياجات من مواد السخان الكهربائي المصنّع في الشركة العامة للصناعات الكهربائية الى استنتاجات وعلى النحو الاتي:

١ – لا تستطيع الشركة انتاج (550) قطعة تامة الصنع للمنتج النهائي (السخان الكهربائي) في ظل المبالغ المخصصة للإنتاج من قبل ادارة الشركة والقيود المفروضة عليها وبالاخص قيود الطاقة/ الموارد (المكائن والايدي العاملة).

٢ – انتجت الشركة (530) قطعة من السخان الكهربائي وما يحتاج اليه من مكونات فرعية ومواد اولية بمبالغ اقل من المبالغ المخصصة لكلفة الانتاج من قبلها في ضوء القيود المحددة.

٣ – لوحظ ان الشركة تحتفظ بكميات اكبر من الكمية المطلوبة مما يؤدي الى تحملها تكاليف اعلى، لذلك فإن تطبيق الانموذج الرياضي ساعد على تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون من المنتج النهائي والاجزاء المكونة له من مكونات فرعية ومواد اولية الى ادنى حد ممكن.

٤ – تم الاستغلال الكامل للموارد وبخاصة المكائن في عملية انتاج السخان الكهربائي اما الايدي العاملة فإنه لم يتم استغلالها بشكل كامل ولكن لم يؤثر على كمية الانتاج .

٥ – تعدّ برمجة الاهداف أفضل طرائق علم الإدارة للتعامل مع الأهداف المتعددة أو المتناقضة، ويؤدي تطبيق الإنموذج الرياضي وفق برنامج LINGO الى تحقيق الأهداف التي حددت من قبل إدارة الشركة وفق اهميتها بدقة وسرعة عالية.

٦ – تعدّ المتغيرات الانحرافية (فوق وتحت الانجاز) من المؤشرات الاساسية لمتخذ القرار للحصول على نتائج اكثر واقعية.

٧ – اتسم إنموذج برمجة الاهداف بالمرونة، إذ يمكن للإدارة أن تجري تغيير على أولويات الأهداف على وفق ما تقتضيه رغبة متخذ القرار أو ظروف المشكلة في تحقيق أهداف التخطيط للاحتياجات من المواد.

٨ – يمكن تطبيق الإنموذج العام من قبل أية شركة بغض النظر عن المجال الذي تعمل فيه، كما يمكن أن يشمل أهداف أي قسم أو أي نشاط للإعمال وكذلك ممكن ان تطبق على اي منتج يحتوي على عدة اجزاء بمجرد تحديد الأهداف والتعبير عنها بالارقام.

٢- التوصيات

١ – تعد دقة البيانات المتعلقة باجزاء المنتجات والكلف الخاصة بها ضرورية جدا في عملية بناء الإنموذج الرياضي لغرض الحصول على مخرجات تتناسب مع الواقع العملي، لذلك نوصي الشركة ببناء قاعدة بيانات تخص المواد والكلف المتعلقة بالمنتج وتحديثها.

٢ – التوسع في تطبيق الطرائق الرياضية عند التخطيط لاتخاذ القرار، بدلا من الأساليب التقليدية، لما توفره من إمكانات علمية جيدة في السيطرة على ظروف وقيود القرار وبما يحقق أفضل النتائج في ظل الموارد المتاحة، ولتشكل قاعدة قوية مرنة لإنموذج رياضي يُسهّل من اختيار قيم متغيراته.

٣ – تشجيع الباحثين على إجراء المزيد من البحوث والدراسات التي توظف التقنيات الرياضية لعلم الإدارة في مجالات التخطيط للاحتياجات من المواد.

٤ – نوصي باعتماد الإنموذج الرياضي العام المتعدد الأهداف الذي جرى بناءه عند التخطيط لتحقيق أهداف الشركة والذي سيحقق لها أفضل النتائج ويُمكّن الشركة من اجراء التعديلات البسيطة عليه في ضوء متغيرات وقيود القرار.

٥ – نوصي بتحديد كمية الاجزاء المكونة للمنتج النهائي وقت الحاجة اليها لإصدار امر الشراء للاجزاء المشتراة واصدار امر الإنتاج للاجزاء المنتجة بشكل دقيق لتفادي النقص في الاجزاء مما يؤدي الى فقدان مبيعات متوقعة او الزيادة في الاجزاء مما يؤدي الى تحمل تكاليف اضافية للاحتفاظ بالمخزون.

٦ – ينبغي ان يكون هناك تصور واضح من قبل متخذ القرار عند بناء الإنموذج الرياضي يساعده على امكانية تحديد الاولويات للاهداف للحصول على نتائج افضل.

٧ – يوصى بضرورة إدخال التقنيات الجديدة في الشركات الصناعية العراقية.

٨ – وضع خطة إنتاجية للأشهر الموسمية فقط اما بقية الاشهر فيتم التوقف عن الإنتاج من ناحية لتقليل كلف الانتاج والاحتفاظ بالمخزون او الافادة من الأيدي العاملة في مراكز الإنتاج الأخرى في الشركة لغرض استغلال الاوقات الفائضة من الايدي العاملة.

المصادر

١. البطبوبي ، كاظم حميد العيبى ، (٢٠٠٨) ، تاثير إمكانيات تطبيق نظام تخطيط المتطلبات من المواد MRP في السيطرة على الخزين (دراسة استطلاعية في عينة من الشركات الصناعية العراقية) ، بحث الدبلوم العالي التقني في تقنيات العمليات ، الكلية التقنية الإدارية /هيئة التعليم التقني / بغداد ، غير منشورة.

٢. بلباس ، كارزان مهدي غفور شريف ، (٢٠٠٣) ، بناء الإنموذج الامثل للسيطرة على الخزين المتعدد المواقع للشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد ، ماجستير في بحوث العمليات ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد ، غير منشورة.

٣. خلف ، بتول عطية ، (٢٠٠٩) ، محاكاة نظام التخطيط للاحتياجات من المواد على وفق الطرائق FOQ , EOQ , L4L (دراسة حالة في الشركة العامة للصناعات الصوفية / معمل البطانيات) ، مجلة العلوم الاقتصادية والادارية ، المجلد (١٥) ، العدد (٥٤) ، ص ص : ١٣٣-١٥٥.

٤. الشاهين ، نداء صالح مهدي ، (٢٠٠٧) ، تصميم إنموذج متعدد الاهداف لتقييم اهداف الصحة والسلامة المهنية على وفق المواصفة OHSAS 18001 (دراسة حالة في الشركة العامة لمصافي الوسط في الدورة) ، اطروحة دكتوراه في ادارة الاعمال ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد ، غير منشورة.

٥. طه ، حمدي ؛ حسين ، احمد حسين علي واحمد ، محمد علي محمد ، (٢٠١١) ، مقدمة في بحوث العمليات (الجزء الاول: النماذج المحددة) ، الرياض– المملكة العربية السعودية ، دار المريخ للنشر.

٦. عبد المجيد ، مظهر خالد ، (٢٠٠٩) ، بناء نماذج برمجة الاهداف لتقدير نموذج الانحدار الخطي البسيط ، مجلة تكريت للعلوم الادارية والاقتصادية ، المجلد (٥) ، العدد (١٤) ، ص ص : ١٨٢–٢٠٦.

٧. العلي ، عبد الستار محمد ، (٢٠٠٠) ، ادارة الانتاج والعمليات (مدخل كمي) ، الطبعة الاولى ، عمان ـ الاردن : دار وائل للطباعة والنشر.

٨. مجاهد ، نسيمة لعرج وطويطي ، مصطفى ، تحديد مثلوية سلاسل الامداد باستعمال البرمجة الخطية بالاهداف المرجحة (دراسة حالة شركة اطلس كيمياء بمغنية) ، مجلة الباحث ، العدد (٩) ، ص ص : ١١٧–١٢٧.

٩. محجوب ، بسمان فيصل والأتروشي ، عقيلة مصطفى وداود ، غسان قاسم ، (٢٠٠٥) ، نظم التخطيط والرقابة على الإنتاج والعمليات ، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية ، القاهرة – جمهورية مصر العربية.

١٠. نجم ، نجم عبود ، (٢٠٠٨) ، مدخل الى الاساليب الكمية (مع التطبيقات باستعمال (Microsoft Excel)) ، الطبعة الثانية ، عمان : مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع.

11. Baykasoglu , Adil , (1999) , Multiple Objective Decision Support Framework For Configuring, Loading And Reconfiguring Manufacturing Cells ,Degree of Doctor of Philosophy Manufacturing Engineering (Manufacturing Management) , University of Nottingham.

12. Caballero , Rafael & Hernández , Mónica , (2010) , Resolution Of The Linear Fractional Goal Programming Problem , Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA , Vol. 11 , PP: 27-40.

13. Dan ,Ekezie Dan & Desmond . O. , Onuoha , (2013) , Goal Programming : An Application To Budgetary Allocation Of An Institution Of Higher Learning , Research Journal in Engineering and Applied Sciences , (ISSN: 2276-8467) , 2 (2) , PP: 95-105.

14. Dilworth , James B. , (1996) , Operations Management , 2nd ed., McGraw-Hill.

15. Gharakhani , Davood , (2011) , Optimization of material requirement planning by Goal programming model , Asian Journal Of Management Research , (ISSN 2229 – 3795), Vol. (2) , Issue (1) , PP: 297-316.

16. Haksever , Cengiz & Render , Barry & Russell , Roberta S. & Murdick , Robert G. , (2000) , Service Management and Operations , 2nd ed. , Prentice- Hall , New Jersey.

17. Heizer, Jay & Render, Barry , (2006) , Principles of operations Management , 6th ed. , Pearson- Prentice Hall , New Jersey.

18. Hillier , Frederick S. & Lieberman , Gerald J. , (2001) , Introduction To Operations Research , 7th ed. , McGraw-Hill , New York.

19. Jacobs ,F. Robert & Chase , Richard B. , (2008) , Operations and Supply Management : The Core , McGraw-Hill\Irwin , New York.
20. Jones ,Dylan& Tamiz , Mehrdad , (2010) , Practical Goal Programming , International Series in Operations Research & Management Science , Vol. (141) , PP : 11-22.
21. Jones , Dylan & Tamiz , Mehrdad & Ries , Jana , (2010) , New Developments in Multiple Objective and Goal Programming ,Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems , Vol. (638) ,Springer-Verlag Berlin Heidelberg , PP : 15-33.
22. Krajewski , Lee J. & Ritzman , Larry P. & Malhotra , Manoj K. , (2010) , Operations Management – Processes and Supply Chains , Global edition , Pearson, New Jersey.
23. Kumar , S. Anil & Suresh, N. , (2008) , Production and Operations Management (With Skill Development , Caselets and Cases) , 2nd ed., New Age International (p) Ltd. , New Delhi.
24.Kumar , S. Anil & Suresh, N. , (2009) , Operations Management , New Age International (p) Ltd. , New Delhi.
25.Liu , Baoding , (2006) , Introduction TO Uncertain Programming , Beijing-China , For Distribution in Utlab Only.
26. Reid , R. Dan & Sanders , Nada R. , (2010) , Operations Management – An Integrated Approach (International Student Version) ,4th ed. , John Wiley & Sons , Asia.
27. Render , Barry & Stair, Jr. , Ralph M. & Hanna , Michael E , (2009) , Quantitative Analysis for Management , 10th ed., Pearson-Prentice Hall , New Jersey.
28. Roy , Ram Naresh , (2005) , A Modern Approach to Operations Management , New Age International (p) Ltd. , New Delhi .
29. Russell , Roberta A. & Taylor III , Bernard W. , (2000) , Operations Management – Multimedia Version ,3th ed. , Prentice- Hall.
30. San , Lim Yen , (2011) , Goal Programming Approach For Production Planning , Degree of Manufacturing Engineering (Manufacturing Management) , University Teknikal Malaysia Melaka .
31. Schroeder , Roger G. , (2007) , Operations Management (Contemporary Concepts and Cases) , 3rd ed. , McGraw-Hill, New York.
32. Sen , Nabendu & Nandi , Manish , (2012) , Goal Programming, its Application in Management Sectors–Special Attention into Plantation Management: A Review , International Journal of Scientific and Research Publications , ISSN 2250-3153 , Vol. (2) , Issue (9) , PP : 1-6.
33. Sinha , Banashri & Sen , Nabendu , (2011) , Goal Programming Approach to Tea Industry of Barak Valley of Assam , Applied Mathematical Sciences, Vol. (5) , No. (29) , PP : 1409 – 1419.
34. Slack , Nigel & Chambers , Stuart & Johnstion , Robert , (2004) , Operations Management , 4th ed., Prentice- Hall , England.
35. Stapic , Zlatko & Orehovacki , Tihomir & Lovrencic , Alen , (2009) , In Search Of An Improved BOM and MRP Algorithm , International Conference on Information Technology Interfaces , PP : 665-670.
36. Stevenson , William J. , (2007) , Operations Management , 9th ed., The McGraw-Hill \ Irwin , New York .
37. Waller , Derek L. , (1999) , Operations Management (A Supply Chains Approach) , International Thomson Publishing , London.

Material Requirements Planning (MRP) for Electric Geyser Product by Using Goal Programming\ applicative research in the general company of electrical industrialization

Abstract

Material Requirements Planning System (MRP) is considered as one of the planning and controlling of production and inventory systems which is used to prepare plan of the final production requirements and its parts of subcomponents raw materials and the time at which it was needed for the purpose of preparing orders of production and purchase.

The problem of the present work is represented in the general company of electrical industrialization adoption of traditional methods and personal experience of the process of the products and\or purchase quantity and inventory quantities and limiting the required time for acquiring the required quantities of the materials and parts used in the finish product of the company, in addition to the multi goals of the company which is wanted to do according to its importance at the same time, enjoined the use of the method of goal programming to build a multi goals mathematical model for material requirements planning for the electrical geyser as a research sample general company of electrical industrialization in Al_Waziriya, the period of planning was limited by three months for the year of 2012 (July, August and September), And used in the model solution and get the results the program ready (LINGO-Ver.13).

The mathematical model acquired its special importance from its applicability in any company and productive factory after making simple adjustments on it. The present work reaches some conclusions, the most important ones was that the goal programming is considered of the efficient best methods in management since in dealing with multi and\or conflicting goals. According to research results, many recommendation was put, the most important recommendation was the expansion in implementation of mathematical methods while planning to make a decision instead of traditional methods for its goals scientific potentials offers in controlling on circumstances and decision limitations and to achieve the best results with a available resources.

Key words: Material Requirements Planning, Goal Programming.

الملحق (١)

جدول (١) أوقات الانتظار لأجزاء السخان

ت	اسم الجزء	رمز الجزء	وقت الانتظار بالاشهر
١	جسم الخزان	CL_1	1
٢	أغطية الخزان	CL_2	1
٣	القاعدة	CL_3	1
٤	غطاء الهيتر	CL_4	1
٥	الغطاء الخارجي	CL_5	1
٦	أغطية الغطاء الخارجي	CL_6	1
٧	الصوف الصخري	CL_7	1
٨	البوري	CL_8	1
٩	الضوء	CL_9	1
١٠	الهيتر	CL_{10}	2
١١	البوشة	CL_{11}	2
١٢	الكيبل الكهربائي	CL_{12}	2
١٣	حديد الكلفنايز سمك 1.5	RL_1	2
١٤	حديد الكلفنايز سمك 0.7	RL_2	2
١٥	ألمنيوم سمك 1.2	RL_3	2

المصدر: قسم التخطيط والمتابعة

جدول (٢) كلفة انتاج الوحدة الواحدة من المنتج النهائي عدا كلف شراء او انتاج الاجزاء المكونة له وكلف شراء او انتاج المكونات الفرعية والمواد الاولية (بالدينار العراقي)

ت	اسم الجزء	وصف كلفة المنتج او الجزء	كلفة الشراء او الانتاج لشهر تموز	كلفة الشراء او الانتاج لشهر آب	كلفة الشراء او انتاج شهر أيلول
١	السخان الكهربائي	كلفة انتاج	2000	2000	2000
٢	جسم الخزان	كلفة انتاج	2700	2700	2700
٣	أغطية الخزان	كلفة انتاج	750	750	750
٤	القاعدة	كلفة انتاج	1550	1550	1550
٥	غطاء الهيتر	كلفة انتاج	1128	1128	1128
٦	الغطاء الخارجي	كلفة انتاج	5130	5130	5130
٧	أغطية الغطاء الخارجي	كلفة انتاج	1265	1265	1265
٨	الصوف الصخري	كلفة شراء	3528	3528	3528
٩	البوري	كلفة شراء	3500	3500	3500
١٠	الضوء	كلفة شراء	105	105	105
١١	الهيتر	كلفة شراء	15615	15615	15615
١٢	البوشة	كلفة شراء	587	587	587
١٣	الكيبل الكهربائي	كلفة شراء	1764	1764	1764
١٤	حديد الكلفنايز سمك 1.5	كلفة شراء	1440	1440	1440
١٥	حديد الكلفنايز سمك 0.7	كلفة شراء	1250	1250	1250
١٦	ألمنيوم سمك 1.2	كلفة شراء	4100	4100	4100

المصدر: قسم المالية (شعبة التكاليف)

جدول (٣) كلف الاحتفاظ بالمخزون للمنتج النهائي والأجزاء المكونة له (بالدينار العراقي)

ت	اسم الجزء	كلفة الاحتفاظ بالمخزون لشهر تموز	كلفة الاحتفاظ بالمخزون لشهر آب	كلفة الاحتفاظ بالمخزون لشهر أيلول
١	السخان الكهربائي	35	35	35
٢	جسم الخزان	3	3	3
٣	أغطية الخزان	2	2	2
٤	القاعدة	2.5	2.5	2.5
٥	غطاء الهيتر	2.2	2.2	2.2
٦	الغطاء الخارجي	3.3	3.3	3.3
٧	أغطية الغطاء الخارجي	2	2	2
٨	الصوف الصخري	2.5	2.5	2.5
٩	البوري	1.5	1.5	1.5
١٠	الضوء	1	1	1
١١	الهيتر	1.5	1.5	1.5
١٢	البوشة	2	2	2
١٣	الكيبل الكهربائي	2	2	2
١٤	حديد الكلفنايز سمك 1.5	12	12	12
١٥	حديد الكلفنايز سمك 0.7	5	5	5
١٦	ألمنيوم سمك 1.2	3	3	3

المصدر: قسم المالية (شعبة التكاليف)

جدول (٤) كلفة الساعة الواحدة من الوقت العاطل للموارد (بالدينار العراقي)

ت	اسم المورد	كلفة الساعة الواحدة للموارد لشهر تموز	كلفة الساعة الواحدة للموارد لشهر آب	كلفة الساعة الواحدة للموارد لشهر أيلول
١	المكائن	1000	1000	1000
٢	الأيدي العاملة	2800	2800	2800

المصدر: قسم المالية (شعبة التكاليف)

جدول (٥) كمية الطلب على المنتج النهائي (جدولة الانتاج الرئيسة)

الشهر	شهر تموز	شهر آب	شهر أيلول
الكمية (وحدة)	110	175	195

المصدر: قسم التسويق (شعبة المبيعات)

جدول (٦) (عدد او كمية) الوحدة المستعملة من المكونات الفرعية لانتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي (السخان الكهربائي)

ت	اسم الجزء	(عدد او كمية) الوحدة المستعملة
١	جسم الخزان	1
٢	أغطية الخزان	2
٣	القاعدة	1
٤	غطاء الهيتر	1
٥	الغطاء الخارجي	1
٦	أغطية الغطاء الخارجي	2
٧	الصوف الصخري	1.45
٨	البوري	0.3
٩	الضوء	1
١٠	الهيتر	1
١١	البوشة	3
١٢	الكيبل الكهربائي	1.5

المصدر: قسم الدائرة الفنية

جدول (٧) (عدد او كمية) الوحدة المستعملة من المواد الأولية لإنتاج وحدة واحدة من المكون الفرعي المرتبط بالمادة الأولية

ت	اسم الجزء	(عدد او كمية) الوحدة المستعملة
١	حديد الكلفنايز سمك 1.5	23
٢	حديد الكلفنايز سمك 0.7	10.2
٣	ألمنيوم سمك 1.2	2.45

المصدر: قسم الدائرة الفنية

ولكن المادة الأولية (حديد الكلفنايز سمك 1.5) تستخدم في أكثر من مكون فرعي، وهذا ما يسمى بالفقرات ذات الاستعمال المشترك، لذلك فإن الجدول (٨) يوضح الكميات المستعملة من هذه المكونات الفرعية.

جدول (٨) الكمية المستعملة من حديد الكلفنايز سمك 1.5 للمكونات الفرعية المصنوعة منه

ت	اسم المكون الفرعي	الكمية (بالكيلوغرام)
١	جسم الخزان	14.8
٢	أغطية الخزان	6
٣	القاعدة	1.85
٤	غطاء الهيتر	0.35

المصدر: قسم الدائرة الفنية

جدول (٩) المستوى الابتدائي الإجمالي للمخزون المتاح للمكونات الفرعية

ت	اسم المكون الفرعي	الكمية (وحدة)
١	جسم الخزان	20
٢	أغطية الخزان	40
٣	القاعدة	20
٤	غطاء الهيتر	20
٥	الغطاء الخارجي	20
٦	أغطية الغطاء الخارجي	40
٧	الصوف الصخري	30
٨	البوري	10
٩	الضوء	20
١٠	الهيتر	20
١١	البوشة	60
١٢	الكيبل الكهربائي	30

المصدر: قسم المخازن

جدول (١٠) المستوى الابتدائي الإجمالي للمخزون المتاح للمواد الأولية

ت	اسم المادة الأولية	الكمية (كيلو غرام)
١	حديد الكلفنايز سمك 1.5	460
٢	حديد الكلفنايز سمك 0.7	205
٣	ألمنيوم سمك 1.2	50

المصدر: قسم المخازن

جدول (١١) المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح للمكونات الفرعية

ت	اسم المكون الفرعي	الكمية (وحدة)
١	جسم الخزان	20
٢	أغطية الخزان	40
٣	القاعدة	20
٤	غطاء الهيتر	20
٥	الغطاء الخارجي	20
٦	أغطية الغطاء الخارجي	40
٧	الصوف الصخري	30
٨	البوري	10
٩	الضوء	20
١٠	الهيتر	20
١١	البوشة	60
١٢	الكيبل الكهربائي	57

المصدر: قسم المخازن

جدول (١٢) المستوى النهائي الإجمالي للمخزون المتاح للمواد الأولية

ت	اسم المادة الأولية	الكمية (كيلو غرام)
١	حديد الكلفنايز سمك 1.5	460
٢	حديد الكلفنايز سمك 0.7	205
٣	ألمنيوم سمك 1.2	50

المصدر: قسم المخازن

جدول (١٣) الوقت المطلوب من الموارد لإنتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي والطاقة المتاحة من الموارد (بالساعة)

ت	اسم المورد	الأشهر	الوقت المطلوب لإنتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي (بالساعة)	الطاقة المتاحة (بالساعة)
١	المكائن	شهر تموز	0.9	159
		شهر آب	0.9	159
		شهر أيلول	0.9	159
٢	الأيدي العاملة	شهر تموز	2.5	1408
		شهر آب	2.5	1408
		شهر أيلول	2.5	1408

المصدر: قسم التخطيط والمتابعة

الملحق (٢)

جدول (١٤) نتائج متغيرات الانموذج الرياضي

المتغير	قيم المتغير	المتغير	قيم المتغير	المتغير	قيم المتغير
dq^-	20	$RI_{2,8,9}$	0	$TRIO_2$	205
dp^+	0	$RI_{3,7,8}$	0	$TRIO_3$	50
dh^+	0	$RI_{3,7,9}$	0	dh^-	38775
ds^+	0	$RI_{3,8,9}$	0	$UT_{1,7}$	0
$PP_{1,7}$	177	$PFS_{1,7}$	0	$UT_{1,8}$	0
$PP_{1,8}$	177	$PFS_{1,8}$	0	$UT_{1,9}$	0
$PP_{1,9}$	177	$PFS_{1,9}$	70	$UT_{2,7}$	0
dq^+	0	$CFS_{1,7}$	20	$UT_{2,8}$	0
$CP_{1,6}$	531	$CFS_{1,8}$	0	$UT_{2,9}$	0
$CP_{1,7}$	0	$CFS_{1,9}$	0	ds^-	300000
$CP_{1,8}$	0	$CFS_{2,7}$	0	$PS_{1,7}$	110
$CP_{2,6}$	٧٠٦	$CFS_{2,8}$	40	$PS_{1,8}$	175
$CP_{2,7}$	0	$CFS_{2,9}$	0	$PS_{1,9}$	195
$CP_{2,8}$	353	$CFS_{3,7}$	0	$CD_{1,1,6}$	177
$CP_{3,6}$	334	$CFS_{3,8}$	0	$CD_{1,2,6}$	353
$CP_{3,7}$	0	$CFS_{3,9}$	20	$CD_{1,3,6}$	177
$CP_{3,8}$	197	$CFS_{4,7}$	0	$CD_{1,4,6}$	177
$CP_{4,6}$	177	$CFS_{4,8}$	0	$CD_{1,5,6}$	177
$CP_{4,7}$	177	$CFS_{4,9}$	20	$CD_{1,6,6}$	353
$CP_{4,8}$	177	$CFS_{5,7}$	20	$CD_{1,7,6}$	256
$CP_{5,6}$	531	$CFS_{5,8}$	0	$CD_{1,8,6}$	53

$CP_{5,7}$	0	$CFS_{5,9}$	0	$CD_{1,9,6}$	177
$CP_{5,8}$	0	$CFS_{6,7}$	0	$CD_{1,10,5}$	177
$CP_{6,6}$	313	$CFS_{6,8}$	0	$CD_{1,11,5}$	530
$CP_{6,7}$	353	$CFS_{6,9}$	40	$CD_{1,12,5}$	265
$CP_{6,8}$	393	$CFS_{7,7}$	0	$CD_{1,1,7}$	177
$CP_{7,6}$	768	$CFS_{7,8}$	0	$CD_{1,2,7}$	353
$CP_{7,7}$	0	$CFS_{7,9}$	30	$CD_{1,3,7}$	177
$CP_{7,8}$	0	$CFS_{8,7}$	0	$CD_{1,4,7}$	177
$CP_{8,6}$	43	$CFS_{8,8}$	0	$CD_{1,5,7}$	177
$CP_{8,7}$	116	$CFS_{8,9}$	١0	$CD_{1,6,7}$	353
$CP_{8,8}$	0	$CFS_{9,7}$	0	$CD_{1,7,7}$	256
$CP_{9,6}$	177	$CFS_{9,8}$	20	$CD_{1,8,7}$	53
$CP_{9,7}$	177	$CFS_{9,9}$	0	$CD_{1,9,7}$	177
$CP_{9,8}$	177	$CFS_{10,7}$	20	$CD_{1,10,6}$	177
$CP_{10,5}$	531	$CFS_{10,8}$	0	$CD_{1,11,6}$	530
$CP_{10,6}$	0	$CFS_{10,9}$	0	$CD_{1,12,6}$	265
$CP_{10,7}$	0	$CFS_{11,7}$	60	$CD_{1,1,8}$	177
$CP_{11,5}$	1590	$CFS_{11,8}$	0	$CD_{1,2,8}$	353
$CP_{11,6}$	٠	$CFS_{11,9}$	0	$CD_{1,3,8}$	177
$CP_{11,7}$	0	$CFS_{12,7}$	0	$CD_{1,4,8}$	177
$CP_{12,5}$	795	$CFS_{12,8}$	30	$CD_{1,5,8}$	177
$CP_{12,6}$	0	$CFS_{12,9}$	0	$CD_{1,6,8}$	353
$CP_{12,7}$	0	$RFS_{1,7}$	0	$CD_{1,7,8}$	256
$RP_{1,5}$	12825	$RFS_{1,8}$	460	$CD_{1,8,8}$	53
$RP_{1,6}$	0	$RFS_{1,9}$	0	$CD_{1,9,8}$	177
$RP_{1,7}$	2546	$RFS_{2,7}$	٠	$CD_{1,10,7}$	177
$RP_{2,5}$	5406	$RFS_{2,8}$	205	$CD_{1,11,7}$	530
$RP_{2,6}$	0	$RFS_{2,9}$	0	$CD_{1,12,7}$	265
$RP_{2,7}$	0	$RFS_{3,7}$	0	$RD_{1,1,5}$	7844
$RP_{3,5}$	768	$RFS_{3,8}$	0	$RD_{2,1,5}$	4240
$RP_{3,6}$	816	$RFS_{3,9}$	50	$RD_{3,1,5}$	617
$RP_{3,7}$	1014	$PIU_{1,8}$	20	$RD_{4,1,5}$	62
dp^-	261782	$PIU_{1,9}$	0	$RD_{5,2,5}$	5406
$PI_{1,7,8}$	67	$CIU_{1,8}$	0	$RD_{6,3,5}$	768
$PI_{1,7,9}$	0	$CIU_{1,9}$	0	$RD_{1,1,6}$	0
$PI_{1,8,9}$	88	$CIU_{2,8}$	40	$RD_{2,1,6}$	0
$CI_{1,7,8}$	177	$CIU_{2,9}$	0	$RD_{3,1,6}$	0
$CI_{1,7,9}$	177	$CIU_{3,8}$	20	$RD_{4,1,6}$	62
$CI_{1,8,9}$	0	$CIU_{3,9}$	0	$RD_{5,2,6}$	0
$CI_{2,7,8}$	353	$CIU_{4,8}$	0	$RD_{6,3,6}$	866
$CI_{2,7,9}$	0	$CIU_{4,9}$	20	$RD_{1,1,7}$	0
$CI_{2,8,9}$	0	$CIU_{5,8}$	0	$RD_{2,1,7}$	2120
$CI_{3,7,8}$	157	$CIU_{5,9}$	0	$RD_{3,1,7}$	364
$CI_{3,7,9}$	0	$CIU_{6,8}$	0	$RD_{4,1,7}$	62
$CI_{3,8,9}$	0	$CIU_{6,9}$	0	$RD_{5,2,7}$	0
$CI_{4,7,8}$	0	$CIU_{7,8}$	30	$RD_{6,3,7}$	964
$CI_{4,7,9}$	0	$CIU_{7,9}$	0	$PIU_{1,7}$	0
$CI_{4,8,9}$	0	$CIU_{8,8}$	0	$CIU_{1,7}$	20
$CI_{5,7,8}$	353	$CIU_{8,9}$	0	$CIU_{2,7}$	0
$CI_{5,7,9}$	0	$CIU_{9,8}$	20	$CIU_{3,7}$	0
$CI_{5,8,9}$	177	$CIU_{9,9}$	0	$CIU_{4,7}$	0
$CI_{6,7,8}$	0	$CIU_{10,8}$	20	$CIU_{5,7}$	20
$CI_{6,7,9}$	0	$CIU_{10,9}$	0	$CIU_{6,7}$	40
$CI_{6,8,9}$	0	$CIU_{11,8}$	60	$CIU_{7,7}$	0

$CI_{7,7,8}$	512	$CIU_{11,9}$	0	$CIU_{8,7}$	10
$CI_{7,7,9}$	0	$CIU_{12,8}$	0	$CIU_{9,7}$	0
$CI_{7,8,9}$	286	$CIU_{12,9}$	30	$CIU_{10,7}$	0
$CI_{8,7,8}$	0	$RIU_{1,8}$	460	$CIU_{11,7}$	0
$CI_{8,7,9}$	0	$RIU_{1,9}$	0	$CIU_{12,7}$	0
$CI_{8,8,9}$	63	$RIU_{2,8}$	205	$RIU_{1,7}$	0
$CI_{9,7,8}$	0	$RIU_{2,9}$	0	$RIU_{2,7}$	0
$CI_{9,7,9}$	0	$RIU_{3,8}$	50	$RIU_{3,7}$	0
$CI_{9,8,9}$	0	$RIU_{3,9}$	0	$TPFO_1$	70
$CI_{10,7,8}$	157	$TPIO_1$	20	$TCFO_1$	20
$CI_{10,7,9}$	177	$TCIO_1$	20	$TCFO_2$	40
$CI_{10,8,9}$	0	$TCIO_2$	40	$TCFO_3$	20
$CI_{11,7,8}$	1000	$TCIO_3$	20	$TCFO_4$	20
$CI_{11,7,9}$	0	$TCIO_4$	20	$TCFO_5$	20
$CI_{11,8,9}$	530	$TCIO_5$	20	$TCFO_6$	40
$CI_{12,7,8}$	295	$TCIO_6$	40	$TCFO_7$	30
$CI_{12,7,9}$	235	$TCIO_7$	30	$TCFO_8$	10
$CI_{12,8,9}$	0	$TCIO_8$	10	$TCFO_9$	20
$RI_{1,7,8}$	62	$TCIO_9$	20	$TCFO_{10}$	20
$RI_{1,7,9}$	0	$TCIO_{10}$	20	$TCFO_{11}$	60
$RI_{1,8,9}$	0	$TCIO_{11}$	60	$TCFO_{12}$	57
$RI_{2,7,8}$	0	$TCIO_{12}$	30	$TRFO_1$	460
$RI_{2,7,9}$	0	$TRIO_1$	460	$TRFO_2$	205
				$TRFO_3$	٥٠

جدول (١٥) نتائج قيود الانموذج الرياضي

تسلسل القيود	الجهة اليسرى من القيد L.H.S	متجهات القيد	الجهة اليمنى من القيد R.H.S
١	٥٣٠	>=	٥٥٠
٢	٦٢٢٣٨٢١٨	<=	٦٢٥٠٠٠٠٠
٣	٥١٢٢٥	<=	٩٠٠٠٠
٤	٠	<=	٣٠٠٠٠٠
٥	١١٠	>=	١١٠
٦	١٧٥	>=	١٧٥
٧	١٩٥	>=	١٩٥
١٤٢	١٥٩	<=	١٥٩
١٤٣	١٥٩	<=	١٥٩
١٤٤	١٥٩	<=	١٥٩
١٤٥	٩٦٦	<=	١٤٠٨
١٤٦	٩٦٦	<=	١٤٠٨
١٤٧	٩٦٦	<=	١٤٠٨

القيود (٨-١٤١) تمثل قيود الموازنة ومعبر عنها بأصفار.